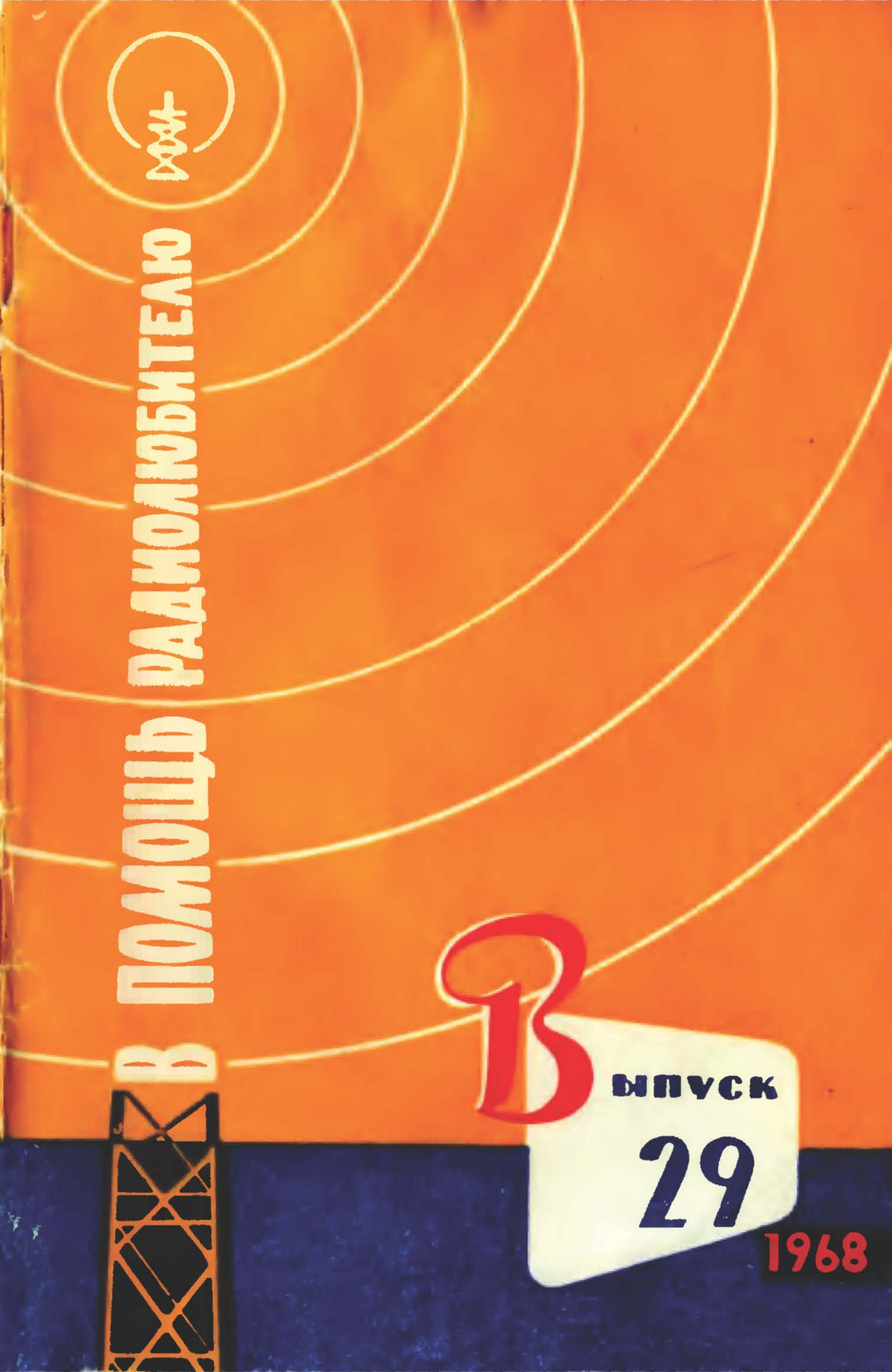


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
29
1968



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА—1967

Сборник «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ. В сборнике даются описания любительских конструкций приемной, усилительной и измерительной аппаратуры.

Брошюра рассчитана на широкие круги радиолюбителей.

Материалы по описанию различных радиолюбительских конструкций, а также предложения по обмену опытом для опубликования в следующих сборниках просим направлять по адресу: Москва, И-94, Сретенка, 26/1, Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР. Представляемая рукопись должна быть отпечатана на машинке в двух экземплярах через два интервала и иметь объем не более 0,7 печатных листа (15—17 стр.).

$\frac{3-4-5}{18-66}$

БЕСТРАНСФОРМАТОРНЫЕ УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА ТРАНЗИСТОРАХ

В. Носов

В настоящей статье описываются схемы и приводится расчет оконечной ступени транзисторных усилителей НЧ, предназначенных для карманных приемников и переносной аппаратуры. Один из усилителей имеет выходную мощность 8—9,5 *вт*, выходная мощность остальных порядка 50—350 *мвт*.

Усилители имеют бестрансформаторный выход, что позволило, значительно упростив их конструктивное выполнение, получить хорошие электрические параметры. Такие усилители целесообразно строить по двухтактной дополнительно-симметричной схеме с использованием транзисторов прямой и обратной проводимости. Эта схема имеет однотактные (т. е. с одним заземленным зажимом) вход и выход и, не требуя применения трансформаторов, позволяет подключать нагрузку с малым сопротивлением, обеспечивая хорошую частотную характеристику. Преимущество схемы с транзисторами различных типов проводимости (с дополнительной симметрией) (рис. 1, *а*) перед схемой с последовательно соединенными однотипными транзисторами состоит в возможности использования однофазного входного сигнала U_c, в то время как последняя (рис. 1, *б*) требует подачи входных сигналов U_{c_1} и U_{c_2}, расщепленных по фазе с помощью трансформатора или фазоинвертора.

Транзисторы в схеме, приведенной на рис. 1, *а*, включены по схеме с общим коллектором, что дает возможность при сравнительно небольших напряжениях источ-

ников питания ($U_п$ = 1,5—9,0 *в*) и применении транзисторов типов П13—П16 и П9—П11 получить выходную мощность до 350—400 *мвт*. Эмиттерный повторитель с дополнительной симметрией обладает очень малым выходным сопротивлением (порядка 5—30 *ом*), что и позволяет использовать его в мощных выходных каскадах

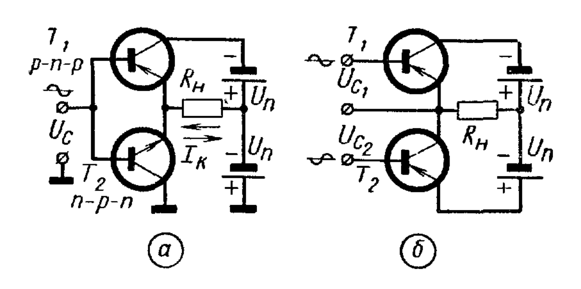


Рис. 1.

бестрансформаторных усилителей. Коэффициент усиления по току эмиттерного повторителя с дополнительной симметрией примерно пропорционален коэффициенту усиления B применяемых транзисторов. Входное сопротивление его порядка 0,5—2,5 *ком*. Оно также зависит от величины коэффициента B и величины сопротивления нагрузки $R_н$. Усиление по мощности не превышает 12—20 *дб*. Эта схема хороша для низкоомных нагрузок благодаря 100% отрицательной обратной связи по напряжению. Коэффициент усиления ее по напряжению меньше единицы, что является одним из недостатков схемы.

Обе схемы (рис. 1, *а* и 1, *б*) двухтактные, а применяемые в них транзисторы должны иметь достаточно идентичные параметры (особенно по B и $I_{ко}$). Наилучшими, экономически выгодными режимами работы таких усилителей являются режимы класса В или АВ. Коэффициент полезного действия η их достаточно высок и обычно лежит в пределах 40—70%.

Транзисторы в схеме, приведенной на рис. 1, *б*, включены по схеме с общим эмиттером, что дает возможность получить большой коэффициент усиления по мощности при величинах нагрузки порядка $R_н$ = 30—100 *ом*. При малых величинах нагрузки $R_н$ и примене-

нии маломощных транзисторов типа П13—П16 выходной каскад усилителя, выполненный по схеме рис. 1, *б*, несколько уступает по величине отдаваемой мощности выходному каскаду усилителя, собранному по схеме, приведенной на рис. 1, *а*, на транзисторах типов П13—П16 и П9—П11 (с *p-n-p* и *n-p-n* проводимостью).

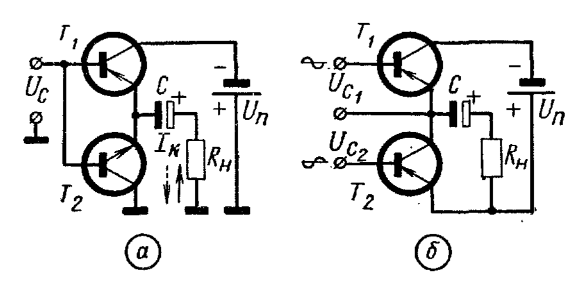


Рис. 2.

Входное сопротивление каскада, выполненного по схеме с общим эмиттером, в несколько раз меньше, чем у предыдущей схемы, что в большинстве случаев заставляет применять входные согласующие трансформаторы. Коэффициент усиления ее по напряжению больше единицы и пропорционален величине коэффициента B и $R_н$.

Выходные каскады, выполненные по схемам с общим коллектором (рис. 1, *а*) и с общим эмиттером (рис. 1, *б*) могут питаться от одного источника питания $U_п$; в этом случае потребуется ввести последовательно с сопротивлением нагрузки $R_н$ разделительный конденсатор C емкостью 50—1000 *мкф* (рис. 2, *а* и 2, *б*). Цепи термостабилизации и смещения будут рассмотрены при разборе каждой схемы усилителя в отдельности. В описываемых ниже схемах бестрансформаторных усилителей НЧ использованы обе схемы выходных каскадов.

Рассмотрим работу выходного каскада, выполненного по схеме, показанной на рис. 2, *а*, и приведем расчет его основных параметров.

При подаче на базы транзисторов T_1 и T_2 отрицательной полуволны сигнала U_c транзистор T_1 открывается, а T_2 закрывается. По сопротивлению нагрузки потечет коллекторный ток $I_к$ в направлении, указанном

на рис. 2, *а* сплошной стрелкой. Ток закрытого транзистора T_2 не превышает $I_{к0}$. При подаче на базы транзисторов T_1 и T_2 положительной полуволны напряжения $U_с$ транзистор T_1 закроется, а T_2 откроется, по сопротивлению нагрузки $R_н$ потечет коллекторный ток транзистора T_2 в направлении, указанном пунктирной стрелкой.

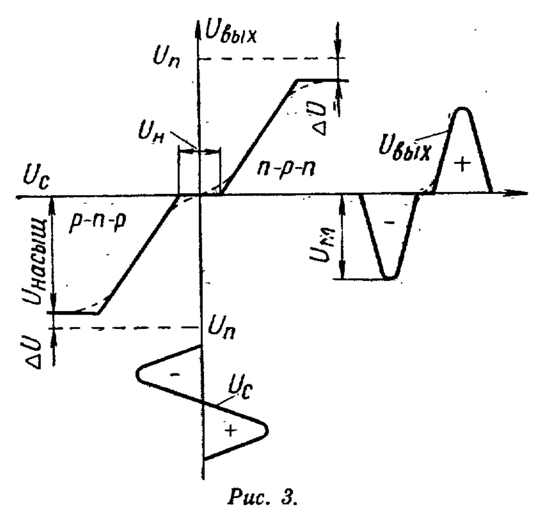


Рис. 3.

Нарастание выходного напряжения $U_{вых}$ может происходить, как это видно из рис. 3, до тех пор, пока не наступит режим насыщения транзисторов. Для простоты рассуждения переходная характеристика (рис. 3) спрямлена. В действительности же эти характеристики нелинейны, что ведет к появлению нелинейных искажений выходного сигнала. В частности, из-за большой нелинейности входных характеристик транзисторов на переходной характеристике в области малых входных сигналов имеется зона нечувствительности $U_н$, которая приводит к искажениям типа «ступенька» (см. рис. 3). Кроме того, зона нечувствительности уменьшает коэффициент передачи каскада по напряжению. Как видно из рис. 3, напряжения $U_с$ и $U_{вых}$ находятся в фазе, однако применение транзистора с *n-p-n* проводимостью позволяет обойтись без фазоинвертора.

Режим работы без смещения соответствует режиму

класса В. В режиме «молчания» усилитель потребляет очень незначительный ток, не превышающий 0,1—0,5 *ма* для транзисторов П13—П15 и П9—П11 и до 5 *ма* для более мощных транзисторов. Несмотря на то что к. п. д. этого каскада максимален, такой режим применяют сравнительно редко из-за значительных искажений выходного сигнала. Следует отметить, что мощность, рассеиваемая коллекторами транзисторов T_1 и T_2, в этом случае минимальна.

Максимальная амплитуда выходного напряжения $U_м$ в режиме насыщения коллекторного тока транзистора меньше напряжения батареи $U_п$ на величину ΔU, которая определяется падением напряжения на полностью открытом транзисторе, и зависит от удельного сопротивления материала, из которого изготовлен транзистор, и величины его коллекторного тока.

Так, для германиевых транзисторов типов П13—П16 и П9—П11 величина ΔU не превышает 1,5 *в* и ее следует учитывать при выборе напряжения источника питания. Для кремниевых транзисторов типов П101—П103 и П104—П106 величина ΔU значительно больше, поэтому эти транзисторы не нашли широкого применения в выходных каскадах бестрансформаторных усилителей. Как видно из формулы (1), к. п. д. η зависит от величины ΔU:

$$\eta = 0{,}78\left(1 - \frac{\Delta U}{U_п}\right). \qquad (1)$$

Влияние величины ΔU уменьшается с увеличением напряжения источника $U_п$.

Чтобы исключить искажение выходного сигнала $U_{вых}$ типа «ступенька», на базы транзисторов подается смещение через специальные цепочки. К. п. д. каскада при этом несколько снижается. Переходная характеристика $U_{вых} = f(U_с)$ имеет вид прямой линии, проходящей через начало координат. Ток $I_к$ в режиме «молчания» составляет 1—5 *ма* для транзисторов типа П13—П15 и П9—П11 и до 20 *ма* для более мощных транзисторов типа П201—П203 и П702—П702А.

Ниже приводятся формулы для расчета бестрансформаторной выходной ступени.

Максимальное значение напряжения НЧ на сопротивлении нагрузки $U_м = 1{,}41\ U_{эфф}$.

1. Выходная мощность

$$P_{\sim} = \frac{U^2_{эфф}}{R_н}, \ вт.$$

Величина $U_{эфф}$ измеряется вольтметром переменного тока на нагрузке

$$U_{эфф} = R_н \sqrt{\frac{P_{\sim}}{R_н}}, \ в,$$

где $R_н$ — сопротивление нагрузки, *ом*.

2. Коллекторный ток транзистора

$$I_к = \sqrt{\frac{P_{\sim}}{R_н}} + I_0, \ a,$$

где I_0 — ток в режиме «молчания».

Средний ток, потребляемый от источника питания,

$$I_{к_{ср}} = \frac{I_к - I_0}{\pi} + I_0, \ a.$$

3. Коэффициент полезного действия

$$\eta = 100\left(0{,}786 - \frac{\Delta U}{U_п}\right), \ \%.$$

4. Мощность, рассеиваемая на одном транзисторе,

$$P_{тр} = \frac{P_{\sim}(1-\eta)}{n \cdot \eta}, \ вт,$$

где n — число транзисторов в выходном каскаде.

5. Следует привести эмпирическую формулу для правильного выбора емкости батареи питания бестрансформаторного усилителя. Это важно потому, что величина коллекторного тока соизмерима с током, протекающим в нагрузке.

Предельно-допустимый ток, отдаваемый батареей, равен:

$$I_{макс} = \frac{E}{r}, \ a,$$

где r — сопротивление разряда, приводимое в справочнике для данного гальванического элемента, *ом*;

E — напряжение батареи, *в*;

$$I_{к_{макс}} \leqslant (0{,}3 \div 0{,}5) \ I_{макс}.$$

Если обеспечивается указанное равенство, то выбранная батарея вполне пригодна для работы с данным усилителем.

Это условие гарантирует нормальную работу батареи и максимальное использование ее емкости. Рекомендуется батарею шунтировать конденсатором большой емкости $C_ш = 50 \div 1000$ *мкф*.

Емкость шунтирующего конденсатора $C_ш$ выбирается из следующего условия:

$$C_ш = \frac{\sqrt{\frac{P_\sim}{R_н}}}{6{,}28 E f_н}, \ ф,$$

где $f_н$ — нижняя граничная частота, пропускаемая низкочастотным трактом, *гц*.

Превышать величину $C_ш$ больше расчетной не рекомендуется из-за увеличения габаритных размеров всего усилителя. Формула для определения $C_ш$ выведена из условия:

$$r = x_{сш}.$$

А величину r меньше, чем указано в справочнике, брать нельзя. Применение конденсатора $C_ш$ позволяет наиболее полно использовать емкость выбранной батареи и снизить возможность самовозбуждения усилителя по мере ее разряда.

6. Напряжение источника питания в зависимости от величин $P_\sim$ и $R_н$ подсчитывается по формуле:

$$U_п = E' + \Delta U.$$

$$U_п \simeq \frac{2{,}5\sqrt{P_\sim \cdot R_н}}{K_u} + \Delta U, \ в,$$

где K_u — коэффициент передачи по напряжению эмиттерного повторителя с дополнительной симметрией. Обычно $K_u = 0{,}6 \div 0{,}9$. Большее значение K_u относится к большим значениям $R_н$ и B применяемых транзисторов.

7. Входная мощность.

Для обеспечения запаса по мощности считаем, что B транзистора снижается на 30—60% при токах, превышающих 50 *ма* (для транзисторов типа П13—П16 и П9—П11).

$$P_{вх\sim} = \frac{U^2_{эфф}}{K^2_B \cdot K_u \cdot R_н \cdot B}, \ вт.$$

Обозначим коэффициент, учитывающий снижение B транзисторов, $K_B = (0,4 \div 0,7)$; $R_н \neq 0$; $R_н \neq \infty$.

8. Усиление по мощности

$$K_p = \frac{P_\sim}{P_{вх\sim}}, \; дб.$$

9. Емкость разделительного конденсатора

$$C \geqslant \frac{1}{2\pi R_н \cdot f_н}, \; ф.$$

Пример. Произведем расчет выходного каскада, выполненного по схеме с дополнительной симметрией. Выходная мощность его $P_\sim = 150$ *мвт* на сопротивлении нагрузки $R_н = 30$ *ом*. Для расчета задаемся величинами: $I_0 = 5$ *ма*; $\Delta U = 1,2$ *в*; $K_u = 0,7$; $B = 50$; $f_н = 300$ *гц*; $K_B = 0,7$.

1. Ток коллектора

$$I_к = \sqrt{\frac{P_\sim}{R_н}} + I_0 = \sqrt{\frac{0,15}{30}} + 5 \cdot 10^{-3} = 0,075 \; a = 75 \; ма.$$

По экспериментальным и справочным данным транзисторы типа П13—П16 и П9—П11 устойчиво работают в выходных каскадах усилителей НЧ до тех пор, пока их коллекторные токи не превысят 100 *ма*. Следовательно, в данном случае можно выбрать транзисторы этих серий. Если коллекторные токи превышают 100 *ма*, то рекомендуется использовать транзисторы П201—П203 (до токов 1 *а*) или П4 (до токов 2 *а*).

2. $$U_{эфф} = R_н \sqrt{\frac{P_\sim}{R_н}} = 30\sqrt{\frac{0,15}{30}} = 2,1 \; в.$$

3. Напряжение источника питания

$$E = \frac{2,5\sqrt{P_\sim \cdot R_н}}{K_u} = \frac{2,5\sqrt{0,15 \cdot 30}}{0,7} = 7,6 \; в.$$

Учитывая наличие ΔU, определяем:

$$U_п = 7,6 + 1,2 = 8,6 \; в \cong 9,0 \; в.$$

4. К.п.д. каскада

$$\eta = 100\left(0,786 - \frac{\Delta U}{U_п}\right) = 100\left(0,786 - \frac{1,2}{8,6}\right) = 64 \%.$$

5. Мощность, рассеиваемая на транзисторе,

$$P_{тр} = \frac{P_{\sim}(1-\eta)}{n \cdot \eta} = \frac{0,15(1-0.64)}{2 \cdot 0,64} = 0,042 \text{ вт} = 42 \text{ мвт}.$$

$$P_{к\,доп} = 150 \text{ мвт}.$$

Следовательно, транзисторы будут работать без перегрева.

6. Входная мощность

$$P_{вх n} = \frac{2,1^2}{0,7^2 \cdot 0,7 \cdot 30 \cdot 50} = \frac{4,41}{0,49 \cdot 1500 \cdot 0,7} = 8 \text{ мвт}.$$

7. Усиление по мощности

$$K_p = \frac{P_{\sim}}{P_{вх\sim}} = \frac{150}{8} = 18,7 \text{ или } 12,5 \text{ дб}.$$

8. Емкость разделительного конденсатора C

$$C \geqslant \frac{1}{R_н \cdot f_н \cdot 2\pi} = \frac{1}{30 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 3,14} = 17,5 \text{ мкф}$$

(по ГОСТ $C=20,0$ *мкф*).

9. Емкость конденсатора $C_ш$

$$C_ш = \frac{\sqrt{\dfrac{P_{\sim}}{R_н}}}{2\pi \cdot U_п \cdot f_н} = \frac{\sqrt{\dfrac{0,15}{30}}}{2 \cdot 3,14 \cdot 8,6 \cdot 300} = 5 \text{ мкф}.$$

10. Средний ток, потребляемый усилителем от источника питания,

$$I_{к\,ср} = \frac{I_к - I_0}{\pi} + I_0 = \frac{75-5}{3,14} + 5 = 27 \text{ ма}.$$

Схема усилителя НЧ для карманного или переносного приемника

Описываемый ниже усилитель НЧ (рис. 4) предназначен для усиления полосы звуковых частот от 350 до 10 000 *гц*. Он может работать с выпускаемыми промышленностью динамическими громкоговорителями 0,1ГД6, 0,2ГД1 (сопротивление звуковой катушки 28 *ом*), 0,1ГД8 и др. Общий к. п. д. усилителя $\eta = 0,5$. Для получения предельной мощности 150 *мвт* необходим входной сигнал $U_c = 25$ *мв*. Входное сопротивление усилителя $R_{вх} = 10$ *ком*, что вполне достаточно для согласования с диодным детектором вещательного приемника.

Усилитель трехкаскадный. Первый каскад собран по схеме с общим эмиттером на малошумящем транзисторе П13Б, имеющем коэффициент усиления $B = 30 \div 60$.

В цепь эмиттера с выхода усилителя через резистор $R_6 = 22$ *ком* подается напряжение отрицательной обратной связи, благодаря чему входное сопротивление каскада возрастает до 10 *ком*. В цепь питания каскада включен развязывающий фильтр R_3C_2. Смещение на базу транзистора П13Б подается с делителя напряжения, образованного резисторами R_3R_4. Каскад охвачен отри-

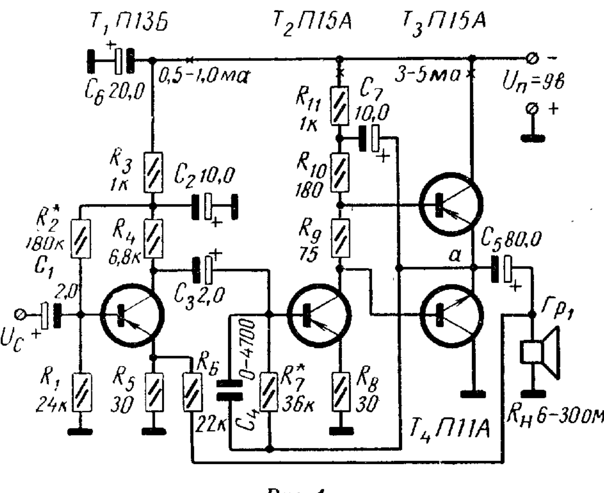


Рис. 4.

цательной обратной связью по току, возникающей за счет резистора R_5. Глубина обратной связи около 6—10 *дб*.

Второй каскад усилителя собран на транзисторе T_2 типа П15 ($B = 30 \div 60$). Этот каскад также охвачен отрицательной обратной связью по току, возникающей при включении в цепь эмиттера резистора R_8, не зашунтированного конденсатором.

В цепь базы транзистора T_2 с выхода усилителя через резистор $R_7 = 36$ *ком* подается напряжение отрицательной обратной связи. Этот же резистор определяет режим по постоянному току транзисторов T_2, T_3, T_4 *. Коллекторная нагрузка транзистора T_2 состоит из трех

* Конденсатор C_4=0—4700 *пф* снижает усиление на ультразвуковых частотах.

резисторов R_9, R_{10}, R_{11}. Это вызвано тем, что базы транзисторов T_3 и T_4 гальванически связаны с транзистором T_2, а также и способом подачи смещения на транзисторы T_3 и T_4 ($B = 30 \div 100$).

Величина резистора $R_9 = 75 \div 100$ *ом* определяет начальный ток транзисторов выходного каскада, а величины резистора R_{10} и конденсатора C_7 — глубину положи-

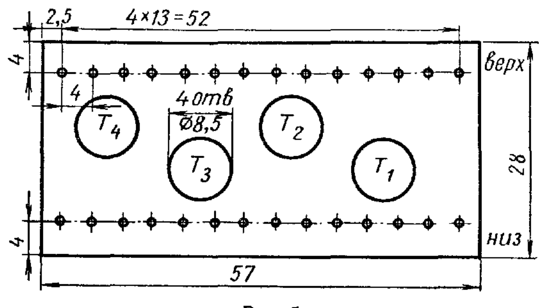


Рис. 5.

тельной обратной связи, которая улучшает нагрузочные свойства усилителя и способствует росту выходной мощности в связи с увеличением коэффициента передачи по напряжению K_u.

Выходной каскад собран по схеме эмиттерного повторителя с дополнительной симметрией, описанной и рассчитанной выше. Отрицательная обратная связь, напряжение которой с выхода усилителя подается на базу транзистора T_2, способствует стабилизации режима по температуре.

Усилитель некритичен к изменениям напряжения питания и сохраняет работоспособность до напряжения 3 *в*, но конечно с потерей мощности.

Наиболее хорошо он работает с громкоговорителем 0,2ГД—1, имеющим сопротивление звуковой катушки 28 *ом*.

Монтаж усилителя. Усилитель выполнен на гетинаксовой плате размером 52×28×2,5 *мм*. Разметка платы приведена на рис. 5. Собранный усилитель имеет размеры 52×28×15 *мм*, что позволяет поместить его практически в любой корпус карманного приемника, имеющийся в продаже.

При сборке усилителя использованы малогабаритные резисторы (УЛМ, МЛТ-0,25, КИМ) и конденсаторы

(ЭМ, ЭМИ, фирмы «Тесла»). Монтаж деталей производился с двух сторон монтажной платы.

Все детали монтируются на колках, изготовленных из посеребренной или луженой медной проволоки диаметром 1—1,2 *мм*. Колки впрессовываются в плату и держатся в ней на трении; концы их выступают по обе стороны платы на 5 *мм*.

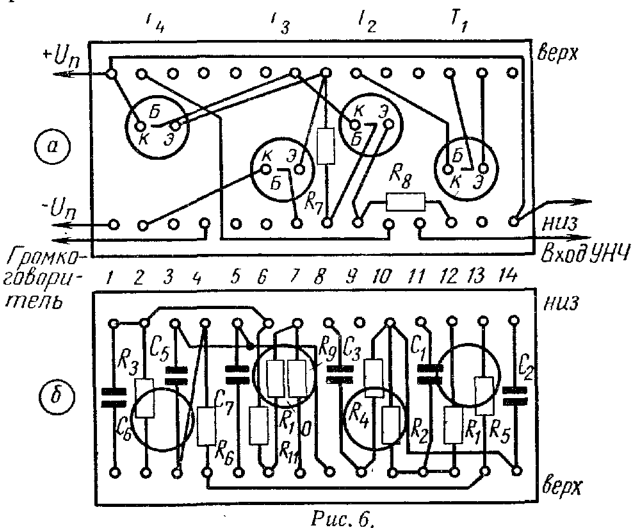


Рис. 6.

Распайка платы показана на рис. 6, *а* и 6, *б*.

Перед монтажом необходимо тщательно проверить детали и убедиться в их исправности. При пайке следует использовать легкоплавкий припой (оловянную лапшу), а также жидкий флюс или бескислотную паяльную пасту. Сначала монтируют перемычки, затем транзисторы и в последнюю очередь все остальные детали (R и C). Выводы транзисторов следует загибать пинцетом во избежание появления микротрещин на стеклянных изоляторах, которые могут вывести прибор из строя. На выводы нужно надеть полихлорвиниловую или кембриковую трубочку. Если есть возможность, то можно применить печатный монтаж. После монтажа следует тщательно проверить соответствие смонтированной платы с монтажной и принципиальной схемами и после этого приступить к налаживанию усилителя.

Хорошо наладить усилитель можно лишь с помощью измерительной аппаратуры: звукового генератора, осциллографа, электронного вольтметра и тестера. Ни в коем случае нельзя подключать усилитель к источнику питания, не присоединив громкоговоритель. Налаживание усилителя сводится к подбору сопротивлений резисторов R_7 и R_2, помеченных на схеме (рис. 4) звездочкой, а также величины коллекторных токов транзисторов в режиме «молчания» (проставлены на схеме рис. 4). Подобрав величины коллекторных токов, с помощью авометра проверяют величину напряжения в точке *а* схемы, которое должно быть равно половине напряжения источника $U_п$. В противном случае подгонка напряжения в точке *а* до значения $\frac{U_п}{2}$ может быть осуществлена с помощью резистора R_7 или же путем замены одного из транзисторов T_3 (или T_4) транзистором с несколько иной величиной параметра *B*. Если напряжение в точке *а* меньше, чем $\frac{U_п}{2}$, то параметр *B* транзистора T_4 больше, чем *B* транзистора T_3. В этом случае следует транзистор T_3 взять с большим значением *B*. Если же параметры *B* транзисторов T_3 и T_4 идентичны с допуском 20%, то никакой регулировки, кроме подбора коллекторных токов, указанных на схеме рис. 4, производить не требуется. При подаче на вход усилителя напряжения низкой частоты на экране осциллографа, подсоединенного к точке *а*, должно быть изображение неискаженной синусоиды, а в режиме насыщения транзисторов T_3 и T_4 выходного каскада симметрично ограниченной синусоиды. После этого желательно снять частотную характеристику усилителя, установив уровень входного сигнала 10—12 *мв*. Высшая граничная частота усилителя устанавливается при подборе величины емкости конденсатора $C_4 = 0 \div 4700$ *пф*, а нижняя емкость конденсатора $C_1 = 0{,}033 \div 2{,}0$ *мкф*.

Усилитель НЧ с питанием от низковольтных источников

Иногда бывает целесообразно применить низковольтные источники питания ($U_п = 4{,}5 \div 6$ *в*), что позволяет уменьшить габариты и вес конструкции. Это выгодно и

потому, что батареи типа КБСЛ-0,5 «Сатурн» всегда имеются в продаже, долговечны, дешевы, имеют большую емкость, малый саморазряд и малое внутреннее сопротивление. С этой целью и был разработан описываемый ниже усилитель (рис. 7).

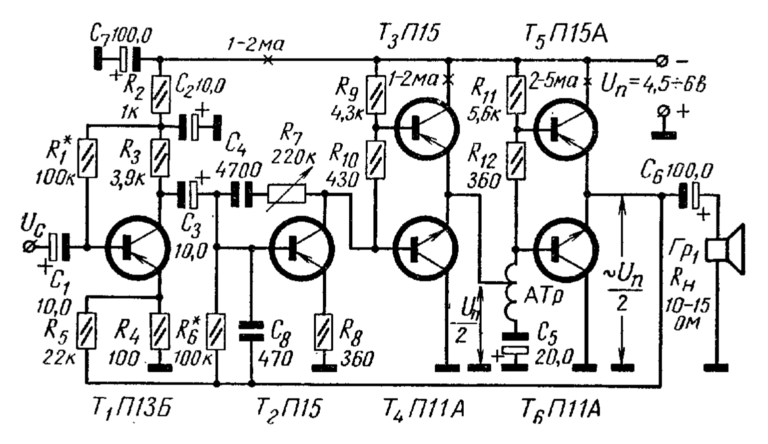


Рис. 7.

Выходная мощность усилителя $P\sim = 150 \div 200$ *мвт* на нагрузке 10—15 *ом,* чувствительность порядка 16 *мв,* к. п. д. $\eta = 50\%$, полоса звуковых частот $\Delta f = 50 \div \div 12000$ *гц*. Имеется регулятор тембра высших частот.

Первые два каскада усиления напряжения собраны по схеме с общим эмиттером на транзисторах T_1 и T_2. Они охвачены отрицательной обратной связью по току за счет резисторов R_4 и R_8 в цепи эмиттеров, незашунтированных емкостью. Кроме того, через резистор R_5 в цепь эмиттера транзистора T_1 подается напряжение с выхода усилителя. Конденсатор C_8 определяет завал частотной характеристики в области ультразвуковых частот, а резистор R_6 — режим по постоянному току транзисторов T_2, T_3, T_4, T_5, T_6. Цепь регулировки тембра образована элементами $C_4 = 4700$ *пф* и $R_7 = 220$ *ком.* Завал частотной характеристики в области высших частот (до 3,5—4 *кгц*) создается цепью, параллельной обратной связи по напряжению во втором каскаде усилителя.

Для компенсации уменьшения коэффициента усиления двумя последними каскадами введен повышающий (1 : 2,5) автотрансформатор *АТр*. Связь между последними тремя каскадами гальваническая, что обеспечивает хорошее прохождение низших звуковых частот и авторегулирование режима по постоянному току за счет отрицательной обратной связи через резистор R_6. Если у радиолюбителя не окажется автотрансформатора, то можно обойтись без него, исключив из схемы и конденсатор C_5. Выходная мощность усилителя при этом уменьшится. Автотрансформатор покупной, производства завода «Чайка». Это выходной трансформатор для двухтактной схемы. Он собран на пермаллоевом сердечнике сечением 0,2 *см*², первичная обмотка содержит 450+450 витков провода ПЭЛ 0,09, вторичная обмотка — 100 витков того же провода. Она соединена последовательно с первичной обмоткой, как показано на рис. 8.

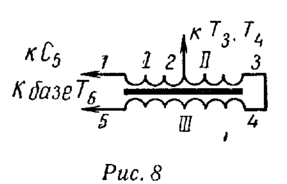


Рис. 8

Все транзисторы имеют коэффициент усиления $B = 30 \div 100$. Налаживание усилителя сводится к подбору сопротивлений резисторов R_1 и R_6, помеченных звездочками на принципиальной схеме (см. рис. 7).

При повышении напряжения питания до 8—9 *в* выходная мощность усилителя достигает 0,35—0,5 *вт* на нагрузке сопротивлением 10—12 *ом* (два громкоговорителя 1ГД9, соединенных последовательно).

Все замечания, касающиеся параметров применяемых транзисторов, указанные при описании усилителя, собранного по схеме рис. 4, действительны и для описываемого усилителя. Резисторы R_{10} и R_{12} определяют уровень искажений типа «ступенька», а также величину тока в режиме молчания. Чем больше сопротивления резисторов, тем меньше уровень искажений и больше ток покоя. При некотором вполне определенном сопротивлении резисторов R_{10} и R_{12} выходной и предоконечный каскады начинают работать в режиме класса А, что уменьшает нелинейные искажения и коэффициент полезного действия. Вообще следует отметить, что

к. п. д. всех бестрансформаторных усилителей падает с увеличением воспроизводимой частоты. Так, например, если на частоте $f = 1000$ *гц*, $\eta = 0,65$, то на частоте $f = 20\,000$ *гц* к. п. д. уменьшается до $\eta = 0,5 \div 0,45$. Это явление связано с тем, что частотные свойства транзисторов оконечного каскада недостаточно хороши. На высших частотах транзисторы имеют меньший коэффициент усиления по току и бо́льшие потери на рассеяние мощности, вследствие чего уменьшается выходная мощность усилителя, построенного на этих транзисторах.

Усилитель НЧ с выходной мощностью до 9,5 *вт*

Усилитель (рис. 9) с успехом может быть использован радиолюбителями, имеющими мотоцикл или автомобиль. Выходная мощность усилителя 1—2 *вт* при напряжении источника питания $U_п = 6$ *в* и 5 *вт* при напряжении источника 12 *в*. Полоса воспроизводимых частот от 50 до 10 000 *гц*. Сопротивление звуковой катушки $R_н$ может быть равно 10—15 *ом*. Работает усилитель на два громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 6 *ом*. Мощность громкоговорителей выбирается равной половине выходной мощности усилителя. Применение двух однотипных громкоговорителей улучшает сквозную частотную характеристику всего устройства в целом.

Усилитель трехкаскадный. Его первый каскад выполнен на транзисторе T_1 типа П13Б по схеме с общим эмиттером. Каскад охвачен отрицательной обратной связью по току в области низших звуковых частот, возникающей вследствие того, что резистор R_2 зашунтирован конденсатором малой емкости $C_3 = 1$ *мкф*. С селектора транзистора T_2 через цепочку R_7C_6 на его эмиттер подается напряжение отрицательной обратной связи. Эта цепь уменьшает выходное сопротивление предоконечного каскада, собранного на транзисторе T_2, и улучшает частотную характеристику в области низших звуковых частот. Цепочка R_4C_2 предохраняет усилитель от самовозбуждения. Смещение на базу транзистора T_1 подается через резистор R_1. Этот же резистор входит в еще одну цепь отрицательной связи, стабилизирующую усилитель по постоянному току.

Второй каскад усилителя выполнен на транзисторе T_2 типа П13А по схеме с общим эмиттером. Связь транзистора с предыдущим каскадом гальваническая, что обеспечивает хорошее прохождение низших звуковых частот и температурную стабильность работы усилителя. Между коллектором и базой транзистора T_2 включена цепочка, состоящая из переменного резистора R_5

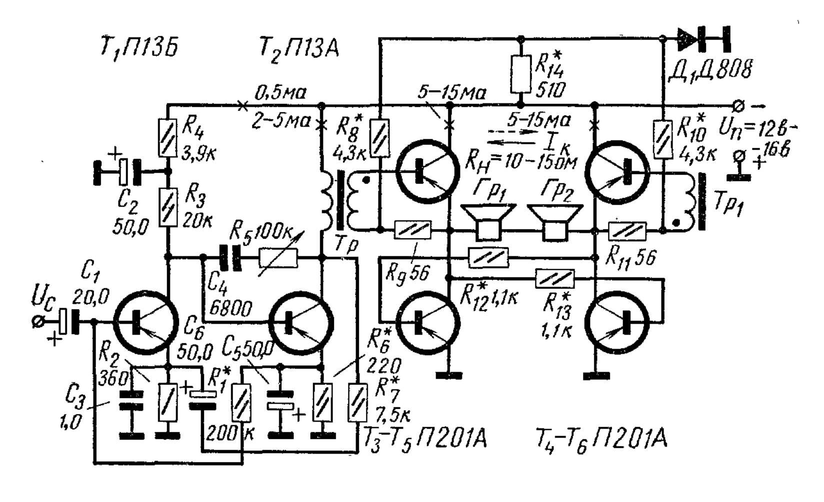


Рис. 9.

и конденсатора C_4, которая осуществляет регулировку тембра в области высших частот. В цепь коллектора транзистора T_2 включен согласующий трансформатор $Тр_2$.

Особый интерес представляет оконечный каскад. Он выполнен по мостовой схеме с общим эмиттером. Усилитель, выполненный по такой схеме, имеет большое усиление по мощности, не вносит искажений даже при наличии пульсации напряжения питания $U_\sim$ (конечно, если амплитуда выходного сигнала меньше наименьшего значения суммы $U_п + U_\sim$), не требует выходного трансформатора или нагрузки с отводом от средней точки. Максимальная амплитуда выходного сигнала на сопротивлении нагрузки равна: $U_м = U_п - 2\Delta U$, где ΔU — падение напряжения на полностью открытых транзисторах в данный полупериод сигнала. Транзисто-

ры T_3 и T_4 работают в режиме класса В, а транзисторы T_5 и T_6 в режиме переключения, что обеспечивает малую рассеиваемую мощность на этих транзисторах. Смещение, необходимое для исключения искажений типа «ступенька», обусловленных нелинейностью входных характеристик транзисторов T_3 и T_4, стабилизировано резистором R_{14} и стабилитроном Д808 и подается через делители напряжения R_8R_9 и $R_{10}R_{11}$ на базы транзисторов T_3 и T_4. Базы транзисторов T_5 и T_6 через резисторы R_{12} и R_{13} включены в диагонали моста, образуемого всеми четырьмя транзисторами.

Транзисторы T_3 и T_4 в режиме молчания почти закрыты. В этом состоянии величина коллекторного тока не превышает 5—15 *ма*. При подаче со вторичных обмоток трансформатора *Тр* напряжения сигнала, например, на базу T_3 в минусовой, а на базу T_4 в плюсовой полярности транзисторы T_3 и T_6 открываются, а транзисторы T_4 и T_5 закрываются. Ток $I_к$ через нагрузку течет в направлении, указанном сплошной стрелкой на рис. 9. При перемене полярности полуволн входного сигнала транзисторы T_4 и T_5 открываются, а транзисторы T_3 и T_6 закрываются. Ток $I_к$ через нагрузку течет уже в направлении, указанном пунктирной стрелкой.

Трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из пластин Ш 12×15. Первичная обмотка имеет 2000 витков провода ПЭВ 1—0,08. Вторичная обмотка намотана в два провода поверх первичной и состоит из 450 витков провода (ПЭВ 1—0,19). Сердечник трансформатора собран в перекрышку. Первичную обмотку желательно секционировать во избежание вредных резонансов трансформатора. Начала обмоток помечены на схеме рис. 9 точками. Величины коллекторных токов транзисторов проставлены на схеме в режиме молчания. Коэффициент полезного действия усилителя $\eta = 60 \div 68\%$, а напряжение входного сигнала, необходимого для достижения полной мощности $U_с = 20 \div 35$ *мв*.

Налаживание усилителя производится варьированием сопротивлений резисторов, помеченных звездочками (см. рис. 9). При отключенной нагрузке $Гр_1$ и $Гр_2$ усилитель не работает. При $U_п = 16$ *в* выходная мощность усилителя $P_{\sim} = 8 \div 9{,}5$ *вт* при к. п. д. $\eta = 68\%$.

ВОЗБУДИТЕЛЬ SSB

Н. Ронжин

Возбудитель предназначен для работы одной боковой полосой в диапазоне 80, 40, 20, 14 и 10 *м*. Его также можно использовать в качестве передатчика третьей или второй категории. В описываемом возбудителе однополосный сигнал формируется с помощью электромеханического фильтра ЭМО-Д-500-3В.

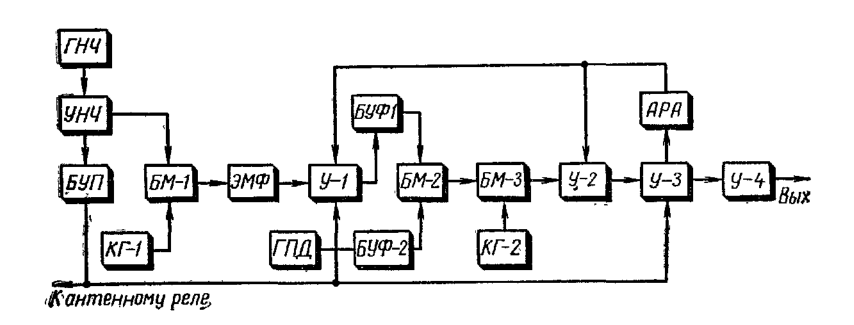


Рис. 1.

Блок-схема возбудителя изображена на рис. 1. Он состоит из блоков: УНЧ, КГ-1, БУП, ГНЧ, БМ-1, У-1, ГПД, БУФ-1, БУФ-2 и БМ-2.

УНЧ — усилитель низкой частоты — предназначен для усиления напряжения звуковой частоты, поступающего от микрофона. Благодаря усилителю НЧ возбудитель может работать с любым динамическим или кристаллическим микрофоном.

КГ-1 — первый кварцевый генератор, работающий на одной из двух фиксированных частот около 500 *кгц*.

БУП — блок управления передатчиком — предназначен для автоматического включения передатчика в начале речи, произносимой оператором перед микрофоном, выключения его в конце речи и для пе-

реключения антенны от приемника к передатчику и наоборот.

ГНЧ — генератор НЧ, работающий на частоте около 800 *гц*, — предназначен для работы возбудителя в телеграфном режиме. Кроме того, он используется при настройке возбудителя на частоту приемника.

БМ-1 — первый балансовый модулятор и электромеханический фильтр (ЭМФ) — позволяет преобразовать напряжение НЧ, поступающее от УНЧ, и напряжение частотой 500 *кгц*, поступающее от КГ-1, в напряжение однополосного сигнала частотой 500—503 *кгц*.

У-1 — первый усилитель однополосного сигнала — предназначен для усиления напряжения, поступающего с электромеханического фильтра.

ГПД — генератор плавного диапазона, работающий в диапазоне частот 2,990—3,490 *Мгц*. Он также необходим для формирования сигналов SSB.

БУФ-1 и БУФ-2 — буферные каскады — предназначены для устранения взаимных влияний друг на друга ГПД, БМ-2 и У-1.

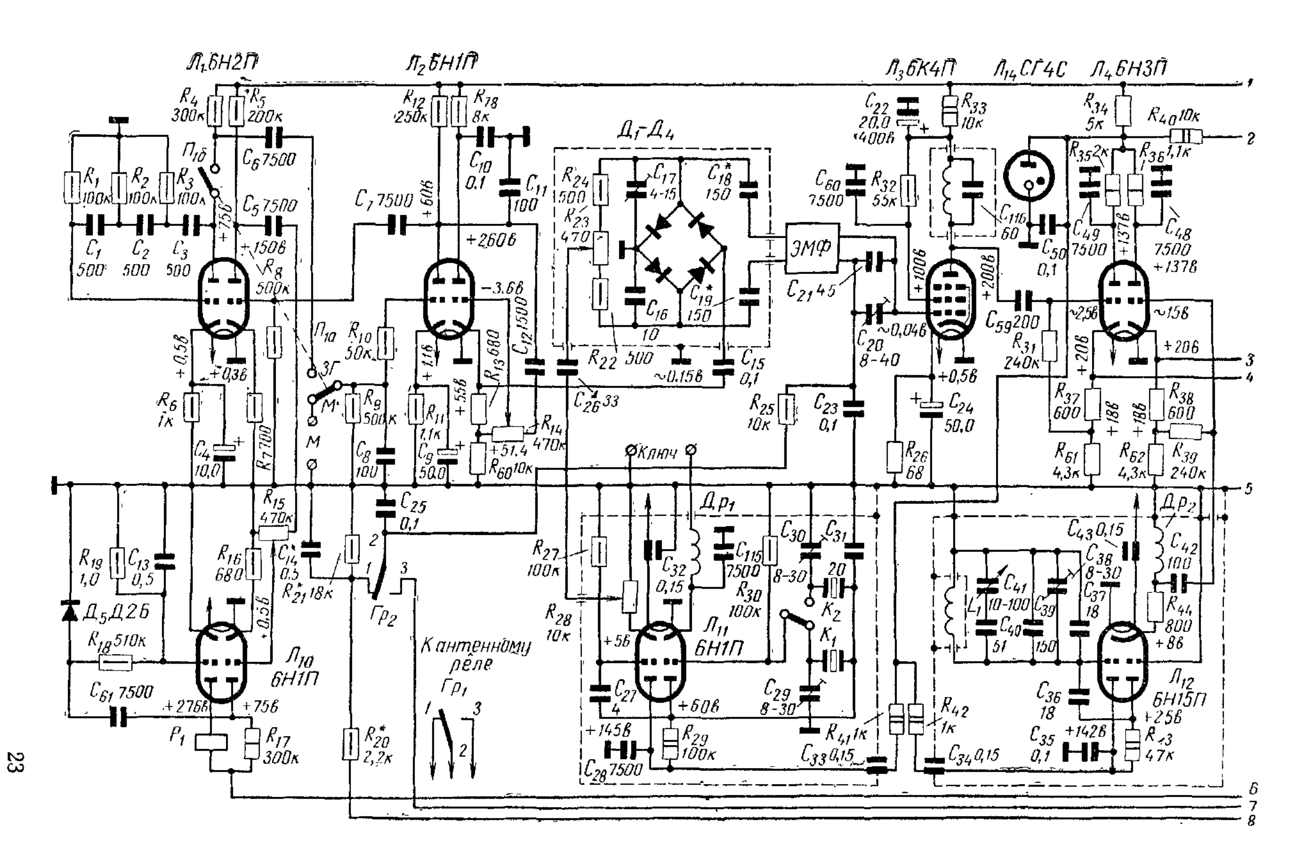
БМ-2 — второй балансный модулятор — позволяет преобразовать напряжение сигналов SSB частотой 500—503 *кгц*, поступающее от БМ-1, и напряжение частотой 2,990—3,490 *Мгц*, поступающее от ГПД, в напряжение однополосного сигнала в частотном диапазоне 3,490—3,990 *Мгц*.

При работе в диапазоне 80 *м* сигнал SSB, полученный в БМ-2, дальнейшему преобразованию не подвергается и поступает сразу на последующие усилители.

Для получения сигналов SSB в диапазоне 40, 20, 14 и 10 предназначен второй кварцевый генератор КГ-2 и третий балансный модулятор БМ-3. С выхода БМ-3 сигналы SSB поступают на линейные усилители SSB — У-2, У-3, У-4.

АРА — блок автоматической регулировки амплитуды сигналов ОБП. Его назначение состоит в том, чтобы мощность сигналов SSB на выходе возбудителя при различной громкости речи оператора оставалась постоянной. Это в значительной степени повышает эффективность работы возбудителя.

Принципиальная схема возбудителя приведена на рис. 2.



Л1 6Н2П
Л2 6Н1П
Л3 6К4П
Л14 СГ4С
Л4 6Н3П
Д1-Д4
ЭМФ
Ключ
Др1
Др2
Л10 6Н1П
Л11 6Н1П
Л12 6Н15П
Д5 Д2Б
Р1
Гр1
Гр2
К антенному реле
R1 100к
R2 100к
R3 100к
R4 300к
R5* 200к
R6 1к
R7 700
R8 500к
R9 500к
R10 50к
R11 1,1к
R12 250к
R13 680
R14 470к
R15 470к
R16 680
R17 300к
R18 510к
R19 1,0
R20* 2,2к
R21* 18к
R22 500
R23 470
R24 500
R25 10к
R26 68
R27 100к
R28 10к
R29 100к
R30 100к
R31 240к
R32 55к
R33 10к
R34 5к
R35 2к
R36 1,1к
R37 600
R38 600
R39 240к
R40 10к
R41 1к
R42 1к
R44 800
R60 10к
R61 4,3к
R62 4,3к
C1 500
C2 500
C3 500
C4 10,0
C5 7500
C6 7500
C7 7500
C8 100
C9 50,0
C10 0,1
C11 100
C12 1500
C13 0,5
C14* 0,5
C15 0,1
C16
C17 4-15
C18* 150
C19* 150
C20 8-40
C21 45
C22 20,0 400в
C23 0,1
C24 50,0
C25 0,1
C26* 33
C27 4
C28 7500
C29 8-30
C30 8-30
C31 20
C32 0,15
C33 0,15
C34 0,15
C35 0,1
C36 18
C37 18
C38 8-30
C39 150
C40 51
C41 10-100
C42 100
C43 0,15
C48 7500
C49 7500
C50 0,1
C59 200
C60 7500
C61 7500
C115 7500
C116 60
L1
К1
К2
П1а
П1б
М
Зг

Рис. 2.

$Л_5$ 6Н3П

$Л_6$ 6Н2П

$Л_{13}$ 6Н3П

$Л_{15}$ 6Н3П

Рис. 2.

3—549

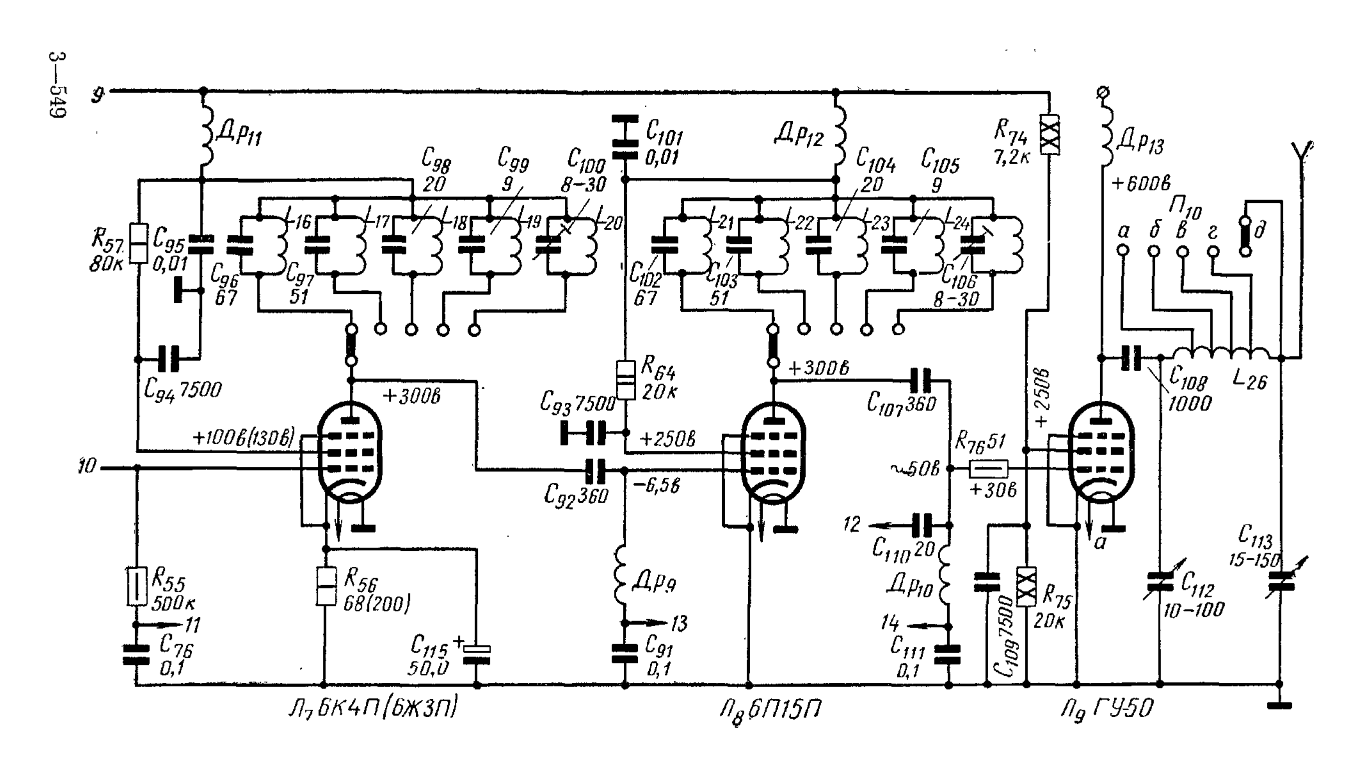

9
$Др_{11}$
C_{98} 20
C_{99} 9
C_{100} 8–30
C_{101} 0,01
$Др_{12}$
C_{104} 20
C_{105} 9
R_{74} 7,2к
$Др_{13}$
+600в
$П_{10}$
а б в г д
R_{57} 80к
C_{95} 0,01
C_{96} 67
C_{97} 51
L_{16} L_{17} L_{18} L_{19} L_{20}
L_{21} L_{22} L_{23} L_{24}
C_{102} 67
C_{103} 51
C_{106} 8–30
C_{94} 7500
+300в
+100в(130в)
10
R_{64} 20к
C_{93} 7500
+250в
C_{92} 360
−6,5в
+300в
C_{107} 360
R_{76} 51
~50в
+30в
+250в
C_{108} 1000
L_{26}
12
C_{110} 20
$Др_{10}$
14
C_{111} 0,1
C_{109} 7500
R_{75} 20к
а
C_{112} 10–100
C_{113} 15–150
R_{55} 500к
11
C_{76} 0,1
R_{56} 68(200)
C_{115} 50,0
$Др_9$
13
C_{91} 0,1
$Л_7$ 6К4П (6Ж3П)
$Л_8$ 6П15П
$Л_9$ ГУ50

Рис. 2.

Общие замечания по конструированию и налаживанию возбудителя SSB

При конструировании и налаживании отдельных каскадов возбудителя SSB нужно выполнить в основном три условия: во-первых, добиться высокой стабильности частоты всех генераторов, особенно генератора плавного диапазона; во-вторых, все усилительные и преобразовательные каскады в области низких и высоких частот должны работать в линейном режиме, т. е. без искажений формы усиливаемого или преобразуемого напряжения; в-третьих, ни один каскад не должен усиливать или создавать какие-либо другие частоты, кроме основной.

Иными словами к возбудителю SSB предъявляются более жесткие требования, чем к возбудителям обычных телефонно-телеграфных передатчиков. Если для работы передатчика в режимах CW или AM от возбудителя требуется стабильность частоты и необходимая мощность, а форма напряжения в том или ином каскаде не критична, то от возбудителя в режиме SSB, кроме того, требуется высокое качество звукового сигнала во всех каскадах, а стабильность частоты должна быть еще выше. Уход частоты возбудителя SSB на несколько десятков герц за одну минуту чрезвычайно затрудняет прием, а если к тому же сигнал имеет искажения, то прием вообще невозможен. Кроме того, в этом случае возбудитель будет источником помех в широком участке диапазона.

Все это обязывает конструктора принимать необходимые меры, повышающие стабильность частоты генераторов, применять различные фильтры или более сложные высококачественные контуры с целью подавления побочных частот, появляющихся в преобразовательных каскадах, а самое главное при настройке проверять не только усиление каждого каскада, но и нелинейные искажения, частоту, затухание и пр.

Приходится отказываться от возможности получать большое усиление с одного каскада и использовать лампу при высоком к. п. д. Прежде всего нужно стремиться, чтобы каждый каскад работал в линейном режиме.

Все эти меры не представляют большой сложности и радиолюбитель-конструктор может смонтировать воз-

будитель SSB достаточно высокого качества, если он будет пользоваться измерительными приборами и знать, что требуется получить от каждого каскада.

Для налаживания возбудителя требуются следующие измерительные приборы: ламповый вольтметр ВКС-7 или ему подобный звуковой генератор ЗГ-2, ЗГ-3 или ЗГ-10, электронный осциллограф, ампервольтомметр, ТТ-1 или ТТ-3, резонансный волномер типа КВ-5 или ВЛУ, ламповый милливольтметр типа МВЛ, генератор стандартных сигналов ГСС-6, радиоприемник с любительскими диапазонами 80, 40, 20, 14 и 10 *м*. Можно использовать и любительские приборы, изготовленные радиолюбителями, но имеющие аналогичные технические данные.

Конструкция возбудителя

Возбудитель смонтирован на четырех отдельных шасси из алюминия толщиной 2 *мм*.

На первом шасси размерами 270×140×70 *мм* смонтированы УНЧ, ГНЧ, КГ-1, БУП, БМ-1, ЭМФ и У-1. Под шасси и на шасси установлены алюминиевые перегородки, экранирующие КГ-1, УНЧ и БМ-1 друг от друга и от влияния внешних полей. Напряжение накальных и анодных цепей КГ-1 подается через проходные конденсаторы.

На втором шасси размерами 270×85×70 *мм* смонтированы ГПД, БУФ-1, БУФ-2 и БМ-2. Они также экранированы, в цепях питания ГПД также использованы проходные конденсаторы.

На третьем шасси размерами 270×95×70 *мм* смонтированы КГ-2 и БМ-3, на четвертом (270×135××70 *мм*) — блоки АРА, У-2, У-3 и У-4.

После монтажа все четыре шасси соединяют между собой винтами, а между 1—2 и 3—4 шасси вставляют дюралюминиевые пластины размерами 270×205×2 *мм*, которые выполняют роль экранов. К передней части шасси прикреплена винтами панель из дюралюминия толщиной 3 *мм*. Весь этот блок помещается в металлический ящик размерами 470×275×210 *мм*.

На переднюю панель возбудителя выведены выключатель сети, индикаторная лампа, миллиамперметр, ручка установки частоты, две ручки переключателя диапа-

зонов, тумблер переключения «Микрофон» — «ГНЧ», тумблер переключения верхней или нижней боковой полосы и две ручки настройки выходного контура У-4.

Все это сделано для удобства монтажа и налаживания отдельных блоков. Кроме того, стенки отдельных шасси являются экранами каскадов в общем подвале всего шасси возбудителя. Однако это не означает, что обязательно нужно монтировать возбудитель на четырех отдельных шасси. Можно сделать одно общее шасси для всех блоков и на нем собрать возбудитель, но тогда нужно хорошо экранировать все каскады на шасси и под шасси от взаимного влияния.

Настройка каскадов возбудителя

Сначала все каскады возбудителя (не считая АРА) настраивают при выключенном блоке автоматической регулировки амплитуды. Для этого резистор R_{25} отключают от контакта 2 второй группы реле $Гр_2$ и соединяют с общим минусом, резистор R_{55} отпаивают от резистора R_{58} и тоже соединяют с общим минусом. Лампу $Л_{15}$ вынимают из ламповой панели. Блок АРА настраивают в последнюю очередь.

Двухкаскадный усилитель НЧ (УНЧ) смонтирован на лампе $Л_2$ (6Н1П). К налаживанию УНЧ приступают после того, как будет смонтировано все, что размещается на правом шасси.

Закончив монтаж и подключив питание, необходимо проверить режим работы ламп. Убедившись, что все правильно, можно приступить к проверке работы УНЧ. Для этого на вход УНЧ к гнездам микрофона *М* подают напряжение около 20 *мв* от звукового генератора, а выход УНЧ соединяют со входом осциллографа через конденсатор примерно 7000 *пф*. Меняя частоту напряжения генератора звукового сигнала от 0 до 5000 *гц*, просматривают форму напряжения на выходе УНЧ. При нормальной работе УНЧ изображение на экране осциллографа должно иметь вид правильной синусоиды с равномерной амплитудой в области частот от 300 до 3000 *гц* и с завалом на других частотах. С изменением величины напряжения на входе УНЧ от 5 до 30 *мв* изображение осциллографа должно увеличиваться или уменьшаться только по амплитуде, а форма синусоиды

не должна искажаться. Это означает, что УНЧ работает хорошо.

Искажения в усилителе могут быть вызваны неправильным выбором напряжения смещения, плохой фильтрацией анодного или катодного напряжений. Особенно следует обратить внимание на напряжение смещения на лампе второго каскада УНЧ. Здесь напряжение смещения определяется сопротивлением резистора R_{13}, падение напряжения на нем должно составлять 3,6 *в*.

Усиление в диапазоне 300—3000 *гц* можно регулировать подбором сопротивлений резисторов R_9, R_{10} и емкости конденсаторов C_8, C_{11}, C_{12}. Регулировку УНЧ заканчивают с включенным микрофоном. При этом на вход УНЧ, вместо ЗГ, включают микрофон, а к выходу звукового генератора подключают громкоговоритель или головные телефоны, которые подносятся к микрофону. Затем добиваются необходимой громкости (для телефонов или громкоговорителя) на разных частотах, чем и заканчивается настройка УНЧ. Завала на высоких частотах добиваются в основном изменением емкости конденсатора C_{11}, а на низких частотах — с помощью конденсатора C_{12}. Емкость этих конденсаторов можно изменить в несколько раз по сравнению с той, которая указана на принципиальной схеме. Напряжение на нагрузке УНЧ составляет 0,1—0,2 *в*.

Блок управления передатчиком (БУП) представляет собой обычный усилитель НЧ и выпрямитель. Последний каскад этого блока попеременно запирается и отпирается, вызывая срабатывание реле, включенного в его анодную цепь. В предварительных каскадах важно получить максимальное усиление, а в последнем каскаде — анодный ток, достаточный для срабатывания реле.

В данном случае БУП содержит два каскада усиления НЧ, смонтированных на одном из триодов ламп $Л_1$ и $Л_{10}$. Выпрямитель выполнен на диоде Д2Б. Реле *Рл* типа РКН срабатывает при токе 7 *ма*, поэтому лампа $Л_{10}$, в анодную цепь которой оно включено, типа 6Н1П.

Регулировка БУП и выбор лампы $Л_{10}$ зависят от тока срабатывания реле, использованного радиолюбителем. Анодный ток лампы $Л_{10}$ должен быть несколько больше тока срабатывания реле. Можно применить какое-либо маломощное реле с одной парой контактов, которое в свою очередь будет управлять одним или не-

сколькими более мощными реле, переключающими напряжения смещения, антенну и т. д.

При регулировке БУП надо добиться, чтобы реле срабатывало в начале речи как можно быстрей, а выключатель через 0,5 *сек* после окончания речи. Для этого необходимо подобрать сопротивление резистора R_{19} и емкость конденсатора C_{13}.

Генератор низкой частоты (ГНЧ) смонтирован на правой (по схеме) половине лампы $Л_1$ (6Н2П) по схеме *RC* генератора. Частота колебаний ГНЧ около 800 *гц*, но ее можно выбрать и другой по усмотрению конструктора. Эту частоту можно регулировать, изменяя сопротивления резисторов R_1, R_2, R_3 и емкости конденсаторов C_1, C_2, C_3.

Конечно, у каждого радиолюбителя свои привычки: одному нравится телеграфная работа с частотой сигнала 600 *гц*, другому — 800 *гц* и т. д., но большинство радиолюбителей предпочитают сигнал с частотой 800—1000 *гц*, что и нужно учитывать при настройке ГНЧ.

Первый кварцевый генератор (КГ-1) собран на лампе $Л_{11}$ (6Н1П). Он должен устойчиво работать на частоте колебаний кварцев $Кв_1$ и $Кв_2$. Номинальные частоты этих кварцев подбирают в зависимости от электромеханического фильтра и, как правило, для каждого фильтра они разные. Частота колебаний кварца $Кв_1$ выбрана на 250—300 *гц* больше частоты высокочастотного ската фильтра, соответствующей ослаблению 0,5, а частота кварца $Кв_2$ — на 250—300 *гц* меньше частоты низкочастотного ската фильтра при ослаблении 0,5.

Данные фильтра указаны в его паспорте, а если же по каким-либо причинам паспорта нет, то нужно снять частотную характеристику фильтра, а потом уже подбирать кварцы. При работе частота колебаний кварца может несколько измениться. Это приходится учитывать и регулировать частоту кварцевого генератора, изменяя емкость конденсаторов C_{29} и C_{30}.

Проверить работу КГ-1 можно при помощи приемника. Если поднести антенну приемника поближе к КГ-1, то седьмая гармоника обоих кварцев будет прослушиваться на частотах около 3500 *кгц*.

Выходное напряжение КГ-1 под нагрузкой должно быть примерно 2—2,5 *в*. При использовании в БМ-1 дио-

дов Д2Ж и включении их по кольцевой схеме можно получить хорошее формирование сигнала SSB при низких напряжениях, поэтому не следует добиваться напряжения на нагрузках КГ-1 2,5 *в*, иначе на вход ЭМФ будет поступать большое напряжение, что может вызвать искажение сигнала в фильтре.

Чтобы генератор не был источником помех для других каскадов и своего приемника, монтаж КГ-1 тщательно экранизирован, т. е. все детали КГ-1, обведенные на принципиальной схеме пунктирной линией, отделены от других каскадов перегородками из алюминия толщиной 2 *мм*, а питание в анодную и накальные цепи подано через проходные конденсаторы. Последние можно заменить развязывающими фильтрами, состоящими из дросселей и конденсаторов. При хорошей экранировке КГ-1 его сигналы на своем приемнике не прослушиваются.

Усилитель однополосного сигнала (У-1) работает на лампе 6К4П ($Л_3$). От него требуется усиление напряжения частотой 500+503 с минимальными искажениями. Анодный контур усилителя изготовлен из контура ПЧ (464 *кгц*) от вещательного радиоприемника «Рекорд». Можно взять любой другой контур ПЧ, рассчитанный на частоту 465 *кгц*, причем емкость конденсатора надо уменьшить до 60—100 *пф*.

Для настройки У-1 надо отключить ЭМФ от управляющей сетки лампы $Л_3$ и подать на нее немодулированное напряжение 0,05 *в*, частотой 501,5 *кгц* от ГСС-6, а к выходу усилителя подключить осциллограф. Далее надо настроить контур У-1 по максимальной амплитуде изображения на экране осциллографа. Если У-1 работает нормально, то при изменении частоты ГСС-6 в пределах 3 *кгц*, а его напряжения в пределах 0,1 *в* изображение осциллографа должно иметь форму правильной синусоиды. Основными причинами плохой работы У-1 могут оказаться неправильно выбранный режим лампы и недостаточная фильтрация анодного напряжения. В этом случае надо проверить еще раз напряжение на электродах лампы и емкость конденсаторов C_{22} и C_{24}.

Коэффициент усиления У-1 должен достигать 70—75. Это значит, что если на вход усилителя подано напряжение 0,05 *в*, то на его выходе оно должно достигать

3,5—4 *в* (измерено вольтметром ВКС-7 на сопротивлении нагрузки 240 *ком*).

Окончательно настраивают и проверяют работу У-1 после подключения электромеханического фильтра к управляющей сетке лампы $Л_3$ вместе с другими каскадами возбудителя. Это будет описано дальше.

Балансный модулятор БМ-1. Прежде чем приступить к монтажу БМ-1 надо тщательно подобрать полупроводниковые диоды, которые будут использованы в нем. Можно применить диоды типа Д2Е, Д2Ж, Д2Б, Д9В и другие, но важно, чтобы вольтамперные характеристики всех четырех диодов были одинаковы. Снять вольтамперные характеристики несложно, но если это почему-либо невозможно, нужно отбирать диоды по обратным и прямым сопротивлениям, так как разброс этих параметров диодов особенно велик. Все детали модулятора (обведены пунктиром на принципиальной схеме) смонтированы на пластине из органического стекла размерами 40×80 *мм*. Пластина со всеми деталями помещена в латунную коробку со съемной крышкой и с отверстиями для вывода оси резистора R_{23} и конденсатора C_{17}. Коробку помещают над электромеханическим фильтром, который укреплен непосредственно на дне шасси. Эти элементы расположены под шасси между двумя перегородками, экранирующими КГ-1 и У-1, так, чтобы проводники, соединяющие БМ-1 с другими каскадами, были минимально короткими.

БМ-1 настраивают вместе с электромеханическим фильтром, усилителем У-1 и другими каскадами, смонтированными на первом шасси.

Прежде всего нужно проверить величину напряжений, поступающих от УНЧ и КГ-1. Для этой цели ламповый вольтметр подключают к выходу УНЧ, а на вход его подается напряжение 15 *мв* частотой 1700 *гц* от звукового генератора. Изменением сопротивления R_{14} устанавливают напряжение на выходе УНЧ, равное 0,15 *в*. При этом КГ-1 выключен или удалены кварцы $Кв_1$ и $Кв_2$. Затем ламповый вольтметр подключают к выходу КГ-1, включают поочередно кварцы $Кв_1$ и $Кв_2$ и с помощью резистора R_{28} устанавливают напряжение 2,5 *в* на выходе КГ-1. Звуковой генератор отключен. После этого ламповый вольтметр подключают к выходу У-1, включают звуковой генератор и КГ-1 и настраивают

ЭМФ по максимальному показанию этого вольтметра. При этом сначала изменяют емкость конденсатора C_{20}, а затем подбирают емкости C_{19} и C_{18}, заменяя их временно конденсаторами переменной емкости (до 200 *пф*). Вместо переменных можно взять подстроечные конденсаторы КПК-1 с максимальной емкостью 30—40 *пф*, включив параллельно им конденсаторы постоянной емкости 130 *пф*.

После настройки ЭМФ приступают к настройке БМ-1. Балансный модулятор БМ-1 работает нормально, если в нем сигналы звуковой частоты и сигналы КГ-1 формируются в двухполосные сигналы с полным подавлением несущей. ЭМФ пропускает только одну боковую полосу, верхнюю или нижнюю, следовательно, на выходе У-1 при отсутствии сигналов звуковой частоты вольтметр не должен показывать никакого напряжения. Однако на практике добиться этого невозможно, поэтому качество работы БМ-1 оценивают отношением напряжений на выходе У-1 при отсутствии сигналов низкой частоты на его входе и при подаче их на вход УНЧ. Пусть напряжение на выходе У-1 при подключении звукового генератора будет максимальным, а при отключении — минимальным.

БМ-1 настраивают при выключенном звуковом напряжении по минимальному напряжению на выходе У-1 с помощью конденсатора C_{17} и резистора R_{23}. При нормальной настройке БМ-1 минимальное напряжение должно быть примерно в 1000 раз меньше максимального. Это означает, что несущая подавлена до уровня 60 *дб*.

Настроив БМ-1 и ЭМФ, можно приступить к регулировке частоты кварцев $Кв_1$ и $Кв_2$ в КГ-1. Для этого ламповый вольтметр подключают к выходу У-1, выключают УНЧ и КГ-1, на вход УНЧ подают от звукового генератора напряжение той же величины, но с частотой от 0 до 5000 *гц*. В КГ-1 включают кварц $Кв_2$. При изменении частоты звукового генератора от 0 до 200 *гц* вольтметр должен показывать небольшое напряжение, а с увеличением частоты от 200 до 300 *гц* показания вольтметра должны резко возрасти и на частоте 300 *гц* достичь максимального значения. Если же частота кварца $Кв_2$ выше нормальной, то и напряжение будет возрастать на частотах выше 300 *гц* и наоборот.

Изменяя емкость конденсатора C_{30}, нужно добиться, чтобы напряжение на выходе У-1 возрастало только на заданных частотах. Частоту кварца $Кв_1$ регулируют по спаду напряжения на частотах от 3000 до 3300 *гц*. Если спад напряжения начинается еще до частоты 3000 *гц*, то частоту кварца $Кв_1$ надо увеличить, т. е. уменьшить емкость конденсатора C_{29}, а если же спад напряжения начинается на частотах, превышающих 3300 *гц*, то частоту кварца $Кв_1$ нужно уменьшить, т. е. увеличить емкость конденсатора C_{29}. После регулировки частоты кварцев $Кв_1$ и $Кв_2$ еще раз проверяют настройку всех перечисленных каскадов, заменив ламповый вольтметр осциллографом на выходе У-1. Однополосный сигнал на экране осциллографа должен иметь вид полосы, причем верхний и нижний края этой полосы показывают подавление несущей и нелинейные искажения, а по краям полосы должны быть прямые линии. При плохом подавлении несущей и значительных нелинейных искажениях боковые линии приобретают вид пилы, и чем больше зубцы, тем хуже подавлена несущая. Регулируя развертку осциллографа, можно получить изображения однополосного сигнала или в виде полосы, или в виде синусоидальной кривой линии, а если подать на вход УНЧ очень большое напряжение НЧ, то на экране осциллографа появится изображение модулированного сигнала типа АМ. Однако два последних изображения свидетельствуют о правильной настройке осциллографа и ненормальном режиме исследуемых каскадов.

Генератор плавного диапазона (ГПД) смонтирован на лампе 6Н15П ($Л_{12}$) на втором шасси вместе с БМ-2 и буферными каскадами. В передней части этого шасси смонтированы ГПД, в середине — буферные каскады и в задней части — БМ-2. Каждый каскад отделен алюминиевыми перегородками толщиной 2 *мм* под шасси и на шасси. Катушка индуктивности L_1 заключена в алюминиевый экран прямоугольного сечения. Размеры экрана 85×85×80 *мм*. Намотана катушка L_1 посеребренным проводом толщиной 0,8 *мм* и содержит 20 витков, намотка бескаркасная. Диаметр катушки 35 *мм*. Расстояние между витками 0,5 *мм*. Для жесткости конструкции катушки клеем БФ к ней прикреплены три узкие пластинки из органического стекла толщиной 2 *мм* на

расстоянии 120° друг от друга по окружности. При монтаже использованы конденсаторы следующих типов: C_{39} — КСО группы Г, C_{36} и C_{37} — КТК голубые, C_{40} и C_{42} — КТК красные, C_{38} — КПК-1 и C_{41} — конденсатор переменной емкости. Емкость конденсатора C_{41} может быть в пределах 10—100 *пф*. Этот конденсатор, а также конденсаторы C_{55} и C_{56}, находящиеся в каскаде БМ-2, насажены на одну ось, сделанную из текстолита или керамическую.

ГПД должен работать высокостабильно, его частотный диапазон должен точно соответствовать 2,990—3,490 *Мгц*. Высокая стабильность достигается применением высококачественных деталей и их целесообразным размещением. Применение хорошо экранированной бескаркасной катушки индуктивности L_1 и ее удаление от лампы, стабилизация анодного напряжения, правильное выполнение термокомпенсации и применение высококачественного конденсатора C_{41} — все это способствует повышению стабильности ГПД. Если детали контура будут сильно нагреваться в процессе работы, а уход частоты будет довольно заметным, то надо попробовать подобрать параметры цепей термокомпенсации. Возможно, что потребуется заменить голубой конденсатор C_{37} конденсатором оранжевого цвета или же конденсатор КСО — C_{39} — взять меньшей емкости группы Г и параллельно ему подключить конденсатор КТК голубого цвета. Но прежде чем это делать, надо убедиться в том, что причина вышеописанных нарушений в термокомпенсации.

При недостаточной термокомпенсации частота генератора при нагревании будет уменьшаться, значит надо применить конденсаторы с большим отрицательным ТКЕ, т. е. вместо голубых взять оранжевые конденсаторы. Если же от нагрева частота увеличивается, то надо применить конденсаторы с меньшим отрицательным ТКЕ.

Буферные каскады БУФ-1 и БУФ-2 собраны по схеме катодного повторителя на одной лампе 6Н3П ($Л_4$). Применение буферных каскадов очень существенно влияет на работу возбудителя. Во-первых, они устраняют взаимное влияние ГПД, БМ-2 и У-1, а во-вторых, при помощи их легче согласовать нагрузки этих каскадов. Благодаря высокому входному сопротивлению ка-

тодных повторителей ГПД работает более устойчиво, а У-1 — с меньшими искажениями.

Настройка буферных каскадов заключается в подборе сопротивлений резисторов R_{37} и R_{38}, с которых снимаются отрицательные напряжения — 2 *в* на управляющие сетки лампы. Буферные каскады усиления не дают. Основное внимание нужно обратить на то, чтобы эти каскады не вносили искажений.

Балансный модулятор БМ-2. По сравнению с обычными односеточными или двухсеточными смесителями балансный модулятор имеет ряд преимуществ, хотя конструктивно они почти равноценны. Обычные смесители очень слабо подавляют несущую, т. е. частоту генератора, причем для подавления служит анодный контур.

Когда в анодном контуре смесителя выделяется напряжение сравнительно низкой частоты (ПЧ 465 *кгц*), как, например, в приемниках, то подавление частоты гетеродина получается вполне достаточным. При выделении же в анодном контуре напряжения частотой 3,5 *Мгц* для подавления несущей, отличающейся всего на 500 *кгц,* уже требуется контур высокого качества с узкой полосой пропускания и с подстройкой по всему диапазону. Но даже и при таких мерах частоту плавного гетеродина не удается полностью подавить.

Применение балансного модулятора дало возможность почти полностью подавить сигнал плавного гетеродина и получить сигнал SSB более высокого качества. Это объясняется тем, что в балансном модуляторе напряжения сигналов SSB и ГПД подаются одновременно на катоды и управляющие сетки двойного триода, у которого оба анода соединены вместе. Напряжения на катоде и управляющей сетке действуют на анодный ток лампы в противофазе. Если правильно подобрана величина одного и того же напряжения на катоде и управляющей сетке, то в анодной цепи не будет тока с частотой этого напряжения. Следовательно, в анодном контуре БМ-2 не должно быть в отдельности тока ни с частотой ГПД, ни с частотой 500 *кгц* сигнала SSB, а должен быть ток, частота которого равна сумме и разности частот напряжений, подводимых к БМ-2.

БМ-2 выполнен на лампе 6Н3П ($Л_5$). Конденсаторы C_{44} и C_{47}, C_{54}—C_{58} типа КТК, C_{53} и C_{57} типа КПК-1, C_{52} и C_{55} — самодельный блок конденсаторов переменной

емкости. Такой же блок можно изготовить из двух воздушных подстроечных конденсаторов.

Катушки индуктивности L_2 и L_3 намотаны на каркасе контура-дискриминатора от телевизоров «Луч» или «Экран» проводом литцендрат 10×0,07 виток к витку в один ряд и содержат по 37 витков каждая. Расстояние между катушками 8 *мм*. Дроссели $Др_3$ и $Др_4$ состоят из пяти секций, намотка типа «Универсаль». Общая индуктивность 2 *Мгц*.

БМ-2 налаживают в совокупности со всеми каскадами, перечисленными выше, поэтому целесообразно первое и второе шасси прочно соединить винтами. На все каскады, смонтированные на обоих шасси, подается питающее напряжение, а на вход УНЧ — напряжение от ЗГ 15 *мв* частотой 1700 *гц*. Ламповым вольтметром проверяют напряжения на катодах и управляющих сетках БМ-2. Напряжение однополосного сигнала на катоде и управляющей сетке лампы $Л_5$, поступающее с БУФ-1, должно быть 0,5 *в*, а напряжение ГПД, поступающее с БУФ-2, на втором катоде и второй управляющей сетке лампы $Л_5$ — 7,5 *в*. Чтобы правильно измерить эти напряжения, надо поочередно соединять управляющие сетки буферных каскадов с корпусом. При измерении напряжения ГПД надо замкнуть сетку БУФ-1, а если измеряется напряжение однополосного сигнала, то замыкается сетка БУФ-2, иначе на катодах будет напряжение обоих частот и показания вольтметра не будут соответствовать действительности. Если же напряжения на входе БМ-2 отличаются от требуемых, то их нужно подрегулировать с помощью резисторов R_{14} и R_{62}.

Проверив напряжения на входе БМ-2, ламповый вольтметр подключают к выходу БМ-2, настраивают анодный и выходной контуры вращением магнетитовых сердечников катушек L_2 и L_3 и роторов конденсаторов C_{53} и C_{57}. Эти контуры нужно настроить так, чтобы при появлении напряжения на входе УНЧ и при изменении частоты ГПД во всем диапазоне напряжение на выходе БМ-2 оставалось неизменным и имело максимальное значение 3—3,5 *в*, а при отсутствии напряжения на входе УНЧ падало до нуля. Минимума напряжения на входе УНЧ можно достичь изменением сопротивления резистора R_{46}.

Работу БМ-2 оценивают по тем же критериям, что и БМ-1. Сигнал на выходе БМ-2 имеет частоту, которая выше, чем частота генератора плавного диапазона на 500 *кгц*, т. е. 2990÷3490+500 *кгц*÷3490÷3990 *кгц*. Следовательно, эти частоты находятся в пределах любительского диапазона 80 *м* и сигнал может быть принят приемником. Если все собрано и настроено правильно, то громкоговоритель приемника воспроизводит хороший сигнал одной боковой полосы (SSB). Если, кроме основного сигнала SSB, прослушивается несущая, т. е. сигнал первого кварцевого генератора, то надо повторить настройку БМ-1. Сигнал ГПД должен быть подавлен не менее чем на 60 *дб* по сравнению с полезным сигналом. Нельзя допускать, чтобы сигнал ГПД попадал в другие каскады, иначе он будет ими усилен и на выходе возбудителя может достичь значительного уровня. При этом качество основного сигнала значительно ухудшится, и передатчик будет создавать помехи за пределами диапазона.

Второй кварцевый генератор КГ-2 собран по той же схеме, как и КГ-1, на лампе 6Н3П ($Л_{13}$) и работает на частотах одного из четырех кварцев, переключаемых в зависимости от диапазона работы возбудителя. В диапазоне 80 *м* КГ-2 не работает, так как на выходе второго балансного модулятора получается однополосный сигнал частотой от 3,5 до 4 *Мгц*, который подается непосредственно на вход У-2, минуя БМ-3. На других же диапазонах необходимо преобразовать однополосный сигнал в сигнал более высокой частоты — 7, 14, 21 и 28 *Мгц*. Умножение частоты однополосного сигнала недопустимо, так как при этом он будет совершенно искажен. Поэтому частоту однополосного сигнала из диапазона 80 *м* повышают, прибегая к сложению или вычитанию напряжения кварцевого генератора и напряжения SSB. Это совершается в каскаде БМ-3, а от КГ-2 в этом случае требуется необходимое напряжение определенной частоты.

В диапазоне 40 *м* к КГ-2 подключается кварц $Кв_3$, работающий на частоте около 11 *Мгц* (10 920 *кгц*). Такая частота выбрана для того, чтобы легче было подавить сигнал КГ-2 в БМ-3. Сигнал SSB в этом диапазоне формируется как разность частот напряжения КГ-2 и сигнала SSB диапазона 80 *м* (10 920—3490—

3990 *кгц*), причем частота КГ-2 отличается на 4 *Мгц*. Если же использовать сложение частот КГ-2 и SSB 3,5—4 *Мгц*, то частота кварца должна лежать в пределах 3,1—3,5 *Мгц*, а это значит, что вторая гармоника такого кварца попадает в диапазон 40 *м* или же будет находиться очень близко от резонансной частоты полезного сигнала и тогда ее очень трудно подавить.

В диапазоне 20 *м* включается кварц $Кв_4$, резонансная частота которого 10,5 *Мгц*, а в диапазоне 14 *м* включается кварц $Кв_5$, частота которого 17,5 *Мгц*. В обоих диапазонах кварцы работают на основной частоте. В диапазоне 10 *м* включается кварц $Кв_6$, работающий на второй гармонике (25 *Мгц*).

Анодные контуры первого каскада КГ-2 настроены на частоту несколько выше основной частоты кварцев $Кв_3$, $Кв_4$, $Кв_5$ и второй гармоники $Кв_6$. Контуры, включенные в катодную цепь второго каскада генератора, в диапазонах 10 и 14 *м* настроены на частоту, близкую к резонансной, в диапазонах 20 и 40 *м* в катодную цепь включается дроссель, индуктивность которого 500 *Мкгн*. Все контуры КГ-2 настраивают так, чтобы напряжение КГ-2, подводимое на вход БМ-3, во всех диапазонах было одинаково (4—5 *в*). Настройку контуров КГ-2 контролируют по вольтметру, подключенному ко входу БМ-3, при этом выход БМ-2 отключается.

При настройке контуров в диапазоне 10 *м*, где выделяется вторая гармоника кварца, надо контролировать настройку и по частоте, чтобы не настроиться на первую или третью гармонику. Для этого можно использовать волномер или приемник.

Балансный модулятор БМ-3 смонтирован аналогично БМ-2, но на лампе 6Н2П ($Л_6$). Эта лампа по сравнению с 6Н1П и 6Н3П (в этом каскаде) показала лучшие результаты.

Порядок настройки БМ-3 ничем не отличается от настройки БМ-2, только здесь анодные и выходные контуры при эксплуатации не подстраиваются по диапазону. Один из контуров настраивают на более высокую частоту диапазона, а другой — на частоту несколько ниже. В целом оба контура дают почти равномерную величину напряжения по всему диапазону. В анодных и выходных контурах на всех диапазонах, кроме 40 *м*, выделяется сигнал SSB с частотой, равной сумме ча-

стот КГ-2 и БМ-2, а в диапазоне 40 *м* — разности этих частот. Это надо учитывать при настройке, особенно в диапазонах 10, 14 и 40 *м*, где ложная настройка получается легко. Поэтому настройку этих контуров так же, как и настройку контуров КГ-2, нужно тщательно контролировать по резонансному волномеру или приемнику.

Напряжение на катоде и управляющей сетке лампы БМ-3, поступающее от КГ-2, должно быть 4—5 *в*, а напряжение на втором контуре и второй управляющей сетке лампы, поступающее от БМ-2 — 1,2—1,5 *в*. Порядок измерения этих напряжений такой же, как при проверке напряжений в БМ-2. Однако следует иметь в виду, что ламповый вольтметр имеет входную емкость около 5 *пф* и вносит расстройку в контуры, а поэтому при настройке последующих каскадов необходимо несколько подстраивать контуры предшествующих каскадов.

При настройке контуров БМ-3 следует учесть, что в диапазонах высоких частот подавление сигнала КГ-2 несколько затруднено, но нельзя допускать, чтобы этот сигнал проникал в последующие каскады, иначе и он будет создавать помехи за пределами любительских диапазоиов. Поэтому нужно стремиться к максимальному подавлению сигнала КГ-2 именно в балансном модуляторе БМ-3.

В принципе на выходе БМ-3 не должно быть напряжения частоты КГ-2, но в зависимости от монтажа и других причин все-таки незначительное напряжение этой частоты появляется. Однако величина этого напряжения настолько мала, что его легко сбалансировать с помощью резистора R_{49}.

Если же в анодной цепи БМ-3 появится значительное напряжение частоты КГ-2, значит, что-то сделано неправильно. Надо проверить исправность деталей БМ-3 и режим его работы. Если же он смонтирован правильно и все детали исправны, а напряжение КГ-2 не балансируется, тогда контуры БМ-3 нужно настроить на более высокую частоту диапазона, чтобы резонансная частота контура была как можно дальше от частоты КГ-2. Завал однополосного сигнала на низкочастотном участке диапазона будет устранен в последующих каскадах усиления. Кроме того, настройка кон-

туров в последующих каскадах на другие частоты по отношению к БМ-3 позволит выровнять усиление однополосного сигнала и предотвратить самовозбуждение в этих каскадах.

Линейные усилители однополосного сигнала У-2, У-3 и У-4. Усилитель У-2 смонтирован на лампе 6К4П (*Л*$_7$), У-3 — на лампе 6П15П (*Л*$_8$) и У-4 — на лампе ГУ-50 (*Л*$_9$). Все три усилителя размещены на четвертом шасси. Контурные катушки усилителя У-2 и У-3 для диапазонов 20, 40 и 80 *м* намотаны на каркасах контура-дискриминатора от телевизора «Луч», один каркас использован для двух диапазонов. Эти катушки экранизированы и установлена на шасси, а остальные — под шасси.

Секции переключателя вместе с контурными катушками каждого каскада разделены алюминиевыми перегородками толщиной 2 *мм*. Контуры усилителя У-2 и У-3 на одном и том же диапазоне настроены на разные частоты, чтобы получить равномерное усиление напряжения SSB на входе У-4 во всем диапазоне без настройки.

При налаживании У-2 и У-3 надо добиться необходимого усиления однополосного сигнала с наименьшими искажениями. Предварительную настройку контуров усилителей У-2 и У-3 можно выполнить с помощью ГСС-6, подав его напряжение на вход У-2. Закончив настройку, надо соединить вместе шасси, выполнить все необходимые электрические соединения, ламповый вольтметр подключить к управляющей сетке лампы У-3, подать питающее напряжение на все каскады, подать напряжение от ЗГ на вход УНЧ и проверить еще раз настройку всех предшествующих каскадов. Если они настроены правильно, то при подаче напряжения 15 *мв* на вход УНЧ ламповый вольтметр должен показать напряжение SSB около 7—8 *в* на всех диапазонах, а при отсутствии напряжения на входе УНЧ на управляющей сетке лампы У-3 никакого переменного напряжения быть не должно и стрелка лампового вольтметра должна находиться на нулевом делении. Если же все-таки на сетке окажется какое-то переменное напряжение, то надо выяснить, что это за напряжение, откуда оно поступает. Когда слабо подавлены сигналы ГПД, КГ-1 и КГ-2, напряжение на сетке будет

небольшое, а при самовозбуждении усилителей оно достигнет 10—15 *в*. В первом случае надо определить, какой генератор является источником проникновения напряжения. Для этого поочередно включают генераторы, начиная с КГ-1, и стремятся сбалансировать тот модулятор, который пропускает этот сигнал. При самовозбуждении нужно перестроить контуры усилителей У-2 и У-3 с таким расчетом, чтобы напряжение сигнала SSB на сетке У-3 было 7 *в*, а напряжение других частот, кроме КГ-1, не превышало 20 *мв*. Напряжение на сетке У-3, проникающее из КГ-1, должно быть не больше 2—3 *мв*. При настройке контуров усилителя У-3 ламповый вольтметр подключают к управляющей сетке лампы усилителя У-4. Метод настройки У-3 такой же.

Усилитель У-4 является выходным каскадом возбудителя. Чтобы использовать возбудитель в качестве передатчика второй и третьей категории, на выходе У-4 смонтирован П-контур, который можно подстраивать в пределах диапазона двумя конденсаторами переменной емкости. Емкость конденсатора C_{112} — 10—100 *пф*, а конденсатора C_{113} — 15—150 *пф*. Оба конденсатора малогабаритные, но рассчитаны на рабочее напряжение 600—800 *в*. Конденсатором C_{112} можно настраивать контур по всему диапазону, а конденсатором C_{113} — антенну.

При использовании возбудителя в качестве передатчика третьей категории режим усилителя У-4 остается таким, как указано на принципиальной схеме, а для передатчика второй категории требуется увеличить анодное напряжение до 800 *в*. Если же нет необходимости использовать возбудитель в качестве передатчика, то переменные конденсаторы C_{112} и C_{113} можно заменить постоянными, меняя их емкость на разных диапазонах при помощи второй половины переключателя $П_{10}$, которая в первом варианте не используется.

Анодное напряжение лампы усилителя У-4 тоже можно снизить в зависимости от того, какая лампа использована в мощном каскаде. Экранное напряжение ГУ-50 не должно меняться при любом анодном напряжении, потому что от этого сильно зависит протяженность прямолинейного участка характеристики лампы. Экранное напряжение подается с потенциометра, а не

через гасящее сопротивление, так как при одном и том же анодном напряжении, но в зависимости от величины напряжения SSB на управляющей сетке ток экранной сетки сильно меняется, а следовательно, меняется и экранное напряжение.

Блок автоматической регулировки амплитуды (АРА). После того как все каскады возбудителя настроены, можно приступить к налаживанию АРА. Для этого резисторы R_{25} и R_{55} отсоединяют от массы и припаивают к тем точкам, где они должны быть согласно принципиальной схеме; вставляют лампу $Л_{15}$ (6Н3П) в ее панель и измеряют напряжение на ее электродах. По цепи накала $Л_{15}$ питается от общей накальной цепи возбудителя, а по анодной — за счет напряжения смещения, поэтому шасси возбудителя для этого каскада имеет положительный потенциал +150 *в*, а под отрицательным потенциалом находится зажим —150 *в*. По отношению к этому зажиму на катоде $Л_{15}$ должно быть +50 *в*, а на управляющей сетке левого триода +46 *в*. На управляющую сетку правого триода подается высокочастотное напряжение 49 *в*. При таком соотношении напряжений на катоде и сетках через левый триод протекает ток приблизительно 1,6 *ма*, а в цепи правого триода тока нет.

Если же речь перед микрофоном возбудителя будет более громкой, чем требуется, и напряжение этого сигнала на управляющей сетке правого триода превысит 49 *в*, то в цепи правого триода появится ток, который вызовет падение напряжения на сопротивлениях R_{21} и R_{54} с отрицательной полярностью относительно общего минуса. Это отрицательное напряжение поступит на управляющие сетки ламп $Л_3$ и $Л_7$ и вызовет уменьшение их усиления. Ток, протекающий по цепи правого триода, вызывает пропорциональное уменьшение тока в цепи левого триода, а следовательно, напряжение катода почти не изменится.

Настройка блока АРА сводится к регулировке напряжения задержки, которым является напряжение на катоде, а также отрицательного напряжения, поступающего на сетки ламп $Л_3$ и $Л_7$ от блока АРА.

Выбор величины напряжения задержки будет зависеть от того, какое напряжение SSB поступает на управляющую сетку лампы $Л_9$. При одном варианте на-

стройки предшествующих каскадов возбудителя напряжение SSB, подводимое к управляющей сетке лампы $Л_9$, может быть примерно 50 *в*, а при другом — 40 *в*. Следовательно, и напряжение задержки АРА тоже должно соответствовать напряжению SSB, которое берется на 1—2 *в* больше, чем напряжение SSB при нормальном разговоре оператора перед микрофоном. Напряжения задержки можно регулировать с помощью резисторов R_{70} и R_{71}. Ток, протекающий через резисторы R_{70} и R_{71}, должен быть в пределах 9—10 *ма*, чтобы напряжение задержки при работе АРА изменялось как можно меньше. Напряжение смещения на управляющих сетках ламп $Л_3$ и $Л_7$, поступающее от блока АРА, регулируют с помощью резисторов R_{21} и R_{58}, но при уменьшении их сопротивлений нужно настолько же увеличить сопротивления R_{20} и R_{59} и наоборот. Поэтому для регулировки надо вместо каждой из двух пар резисторов R_{20}, R_{21} и R_{58}, R_{59} взять по одному потенциометру на 20 *ком*, отрегулировать ими напряжение смещения и потом заменить их резисторами постоянного сопротивления соответствующей величины. Конденсаторы C_{14} и C_{76} с резисторами R_{20}, R_{59} составляют цепи *RC*. Емкость этих конденсаторов подбирают при налаживании блока АРА.

Если же по какой-либо причине конструктор не пожелает монтировать в возбудителе блок АРА, тогда целесообразно в усилительных каскадах У-1 и У-2 заменить лампы 6К4П ($Л_3$ и $Л_7$) на 6Ж3П. При этом потребуется всего лишь изменить сопротивления резисторов R_{26} и R_{56}. Эти сопротивления указаны на принципиальной схеме в скобках. Лампа $Л_{15}$, резисторы R_{20}, R_{21}, R_{58}, R_{59}, R_{69}, R_{73} и конденсаторы C_{14}, C_{25}, C_{88}, C_{90}, C_{110}, дроссель $Др_8$ при этом не нужны.

Детали возбудителя. В основном в возбудителе применены фабричные детали. Резистор R_{34} — остеклованный мощностью 25 *вт*. Остальные сопротивления типа МЛТ. Конденсаторы можно взять любого типа, за исключением тех, о которых сказано выше при описании отдельных блоков, но желательно, чтобы они были малогабаритные. Конденсаторы, находящиеся в анодно-экранных цепях, кроме C_{108}, должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 500 *в*, а конденсатор C_{108} — на рабочее напряжение не меньше 1000 *в*. Конденсаторы

Катушки индуктивности

Катушка	Назиачение катушки	Диаметр катушки, *мм*	Кол-во витков	Диаметр и марка провода	Шаг намотки, *мм*
L_1	Задающий ГПД	32	17	0,65, посеребренный	1,5
L_2	Анодный БМ-2	12	36	10×0,07 лицендрат	В один ряд сплошная
L_3	Выходной БМ-2	12	36	10×0,07 »	В один ряд. Расстояние между L_2 и L_3 10 *мм*
L_4	Анодный БМ-3 40 *м*	12	30	0,53, ПЭЛ 2	В один ряд. Расстояние между L_4 и L_5 10 *мм*.
L_5	Выходной БМ-3 40 *м*	12	30	0,53, ПЭЛ 2	В один ряд. Расстояние между L_6 и L_7 10 *мм*.
L_6	Анодный БМ-3 20 *м*	12	17	0,7, ПЭВ 2	В один ряд. Расстояние между L_8 и L_9 12 *мм*.
L_7	Выходной БМ-3 20 *м*	12	17	0,7, ПЭВ 2	
L_8	Анодный БМ-3 14 *м*	18	9	0,7, ПЭВ 2	
L_9	Выходной БМ-3 14 *м*	18	9	0,7, ПЭВ 2	
L_{10}	Анодный БМ-3 10 *м*	18	7	0,8, посеребренный	1,5 *мм*
L_{11}	Выходной БМ-3 10 *м*	18	7	0,8 »	Расстояние между L_{10} и L_{11} 15 *мм*
L_{12}	Катодный КГ-2 20 и 40 *м*	на резисторе ВС 1 *вт*	500	0,08, ПЭВ 2	Внавал (0,5 *Мгн*) 1,5
L_{13}	Катодный КГ-2 14 *м*	18	7	0,7, ПЭВ 2	1,5
L_{14}	Катодный КГ-2 10 *м*	18	6	0,9, посеребренный	1,5
$L_{15а}$	Анодный КГ-2	18	9	0,7, ПЭВ 2	1,5
$L_{15б}$	Анодный КГ-2	18	2	0,7, ПЭВ 2	1,5

Продолжение

Катушка	Назначение катушки	Диаметр катушки, *мм*	Кол-во витков	Диаметр и марка провода	Шаг намотки, *мм*
$L_{15в}$	Анодный КГ-2	18	13	0,57, ПЭВ 2	В один ряд, сплошная
L_{16}	Анодный У-2 80 *м*	12	34	10×0,07, лицендрат	Длина намотки 10 *мм*
L_{17}	Анодный У-2 40 *м*	12	30	0,53, ПЭВ 2	В один ряд, сплошная
L_{18}	Анодный У-2 20 *м*	12	17	0,67, ПЭВ 2	»
L_{19}	Анодный У-2 14 *м*	12	8	0,8, посеребренный	1,5
L_{20}	Анодный У-2 10 *м*	18	5	0,8, »	2,0
L_{21}	Анодный У-3 80 *м*	12	34	10×0,07, лицендрат	Длина намотки 10 *мм*
L_{22}	Анодный У-3 40 *м*	12	29	0,53, ПЭВ 2	В один ряд, сплошная
L_{23}	Анодный У-3 20 *м*	12	16	0,7, ПЭВ 2	»
L_{24}	Анодный У-3 14 *м*	12	8	0,8, посеребренный	1,5
L_{25}	Анодный У-3 10 *м*	18	5	0,8, »	2,0
$L_{26а}$	П-контур У-4 10 *м*	42	4,5	2,5, медный, голый	5,0
$L_{26б}$	П-контур У-4 14 *м*	42	3,0	2,5, »	5,0
$L_{26в}$	П-контур У-4 20 *м*	42	7,5	2,5, »	5,0
$L_{26г}$	П-контур У-4 40 *м*	45	17,0	1,55, ПЭВ 2	В один ряд, сплошная
$L_{26д}$	П-контур У-4 80 *м*	45	22,0	1,45, ПЭВ 2	В один ряд, сплошная

Катушки диапазонов 10 и 14 *м* намотаны на керамических каркасах, катушки П-контура диапазонов 40 и 80 *м* — на бакелитовом каркасе, а на остальных диапазонах катушки бескаркасные.

катодных цепей должны иметь рабочее напряжение 10—50 *в*, а остальные — 250 *в*.

Дроссель $Др_{13}$ должен иметь небольшую проходную емкость, его обмотку следует наматывать на керамическом каркасе, а его индуктивность должна быть 2 *Мгн*. Рекомендуется взять этот дроссель от передатчика с аналогичным по схеме выходным каскадом. Дроссели $Др_5$, $Др_7$, $Др_{11}$, $Др_{12}$ должны иметь индуктивность 500 *Мгн*, а остальные дроссели — 1—2 *Мгн*. Все дроссели намотаны на керамических каркасах намоткой типа «универсаль» и имеют от 3 до 5 секций. Данные катушек индуктивности приведены в таблице.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭКСКУРСОВОД

В. Вознюк

Прибор предназначен для проведения экскурсии по различного рода выставкам, музеям, картинным галереям и т. д. Он состоит из блока автоматики с усилителем НЧ мощностью 25 *вт*, магнитофона «Мелодия» и 25 громкоговорителей. Громкоговорители устанавливаются непосредственно у экспонатов (у одного или группы экспонатов). Все громкоговорители соединены с блоком автоматики четырехжильными проводами. На магнитофонной ленте записываются пояснения по ходу экскурсии, оставляя промежутки между рассказами в 15 сек. для перехода от одного экспоната к другому. Эти промежутки и использованы для переключения громкоговорителей. Прибор включается нажатием кнопки на передней панели блока автоматики.

Принципиальная схема прибора

Блок автоматики (рис. 1) включает в себя реле времени на лампе $Л_1$, оба триода которой соединены параллельно, три реле типа РСМ-2 и шаговый искатель на 26 положений, имеющий 7 групп контактов. К зажимам *3—5* подается со вторичной обмотки выходного трансформатора-усилителя НЧ напряжение звуковой частоты, пиковое значение которого должно быть не менее 10 *в*.

Диод $Д_1$ выпрямляет его напряжение, и оно поступает на обмотку реле P_1, которое срабатывает и замыкает свои контакты. С делителя напряжения от силового трансформатора к зажимам *3—6* подается переменное напряжение 15 *в*, которое при замыкании контактов реле P_1 выпрямляется диодом $Д_2$, заряжая конденсатор C_1. На управляющие сетки лампы $Л_1$ подается отрица-

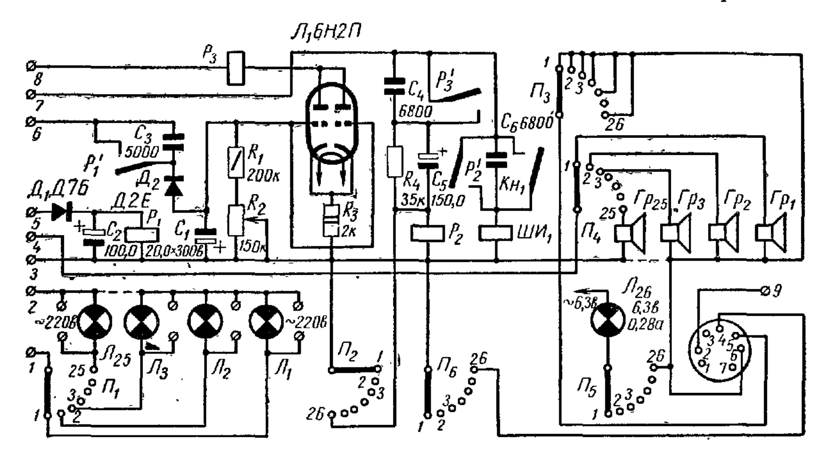


Рис. 1.

тельное напряжение, которое запирает лампу. Если напряжение звуковой частоты не будет подаваться на диод $Д_1$ (на пленке магнитофона ничего не записано), контакты реле P_1 разомкнутся, конденсатор C_1 начнет разряжаться через сопротивление R_1 и R_2.

Время разряда конденсатора зависит от положения движка переменного сопротивления R_2. Оно должно быть от 6 до 12 сек. Время выдержки устанавливается по шкале на передней панели прибора. Когда напряжение на конденсаторе C_1 уменьшится до 3 *в*, анодный ток станет достаточным для срабатывания реле P_3 и его контакты замыкаются. Через обмотку реле P_2 потечет ток заряда конденсатора C_5. Реле P_2 срабатывает, и его контакты удерживаются в замкнутом состоянии около 2 сек. При этом по обмотке шагового искателя ($ШИ_1$) течет ток, и контакты всех контактных групп шагового искателя переключаются на одно положение. Когда кон-

такты реле P_2 разомкнутся, ток через обмотку шагового искателя не течет и механизм его возвращается в исходное положение. После размыкания контактов реле P_3 конденсатор C_5 разряжается через сопротивление R_1.

При передвижении шагового искателя на одно положение происходит одновременное переключение 6 групп контактов (седьмая группа не используется). При этом напряжение звуковой частоты подается на один из 25 громкоговорителей, включается одна из 25 сигнальных ламп, смонтированных на громкоговорителях. Контакты группы $П_1$ переключают сигнальные лампы на напряжение 220 *в*, которое подводится к гнездам, расположенным на боковой стенке каждого громкоговорителя. К этим гнездам подключаются цепи питания и освещения экспонатов, предназначенных для демонстрации. Контакты группы *2* шагового переключателя $П_2$ замыкаются с общим проводом (шасси прибора) только в положении *26*, шунтируя обмотку реле P_2. В этом положении электронный переключатель выключен.

Контакты переключателя $П_3$ соединены между собой и с шасси во всех 26 положениях. У каждого шагового искателя имеются два контакта, которые смещены относительно друг друга на 180°. Когда один контакт уходит из положения *26*, другой занимает положение *1*. У переключателя $П_3$ один из этих контактов удален, в результате чего в магнитофоне переключаются контакты реле и переключают дорожку магнитофона. Таким образом отпадает необходимость в перемотке пленки. При этом одинаковые программы должны быть записаны на обе дорожки магнитофона.

С помощью переключателя $П_3$ подключается необходимый громкоговоритель.

Переключатель $П_5$ включает контрольную лампу в положение *26*, указывающую на то, что экскурсия закончена, или на то, что прибор готов к проведению очередной экскурсии.

Переключатель $П_6$ в положении *26* замыкает цепь автостопа магнитофона, при этом загорается сигнальная лампа и происходит переключение дорожек магнитофона.

Чтобы снова включить прибор, необходимо нажать кнопку $Кн_1$ (шаговый искатель переключится в положение *1*), затем включить магнитофон на воспроизведение.

Магнитофон и блок автоматики соединены с усилителем НЧ пятижильным проводом. В качестве переходных колодок использованы самодельные семиштырьковые панели из органического стекла.

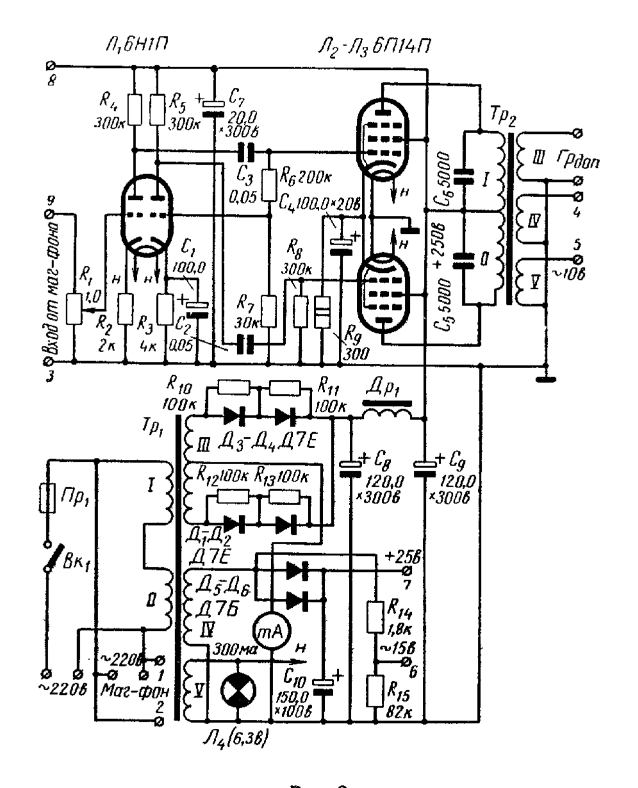


Рис. 2.

Напряжение звуковой частоты от магнитофона подается на усилитель НЧ (рис. 2), собранный на лампах $Л_1$, $Л_3$. На лампе $Л_1$ собран фазоинвертор, левый (по схеме) триод охвачен отрицательной обратной связью по току, которая несколько уменьшает коэффициент нелинейных искажений. Выходной каскад собран на лампах 6П3С (или 6П14П).

Схема усилителя НЧ типовая с выходным напряжением 10, 120, 60 *в*.

Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме на полупроводниковых диодах. Для питания цепей реле применен однополупериодный выпрямитель, дающий напряжение 25 *в* при токе 600—800 *ма* (в импульсе). Для питания обмотки шагового искателя и всех реле на заводском трансформаторе имеется дополнительная обмотка, рассчитанная на напряжение 20 *в*.

Конструкция и детали

Общий вид прибора показан на рис. 3. Блок автоматически вместе с усилителем НЧ смонтирован в ме-

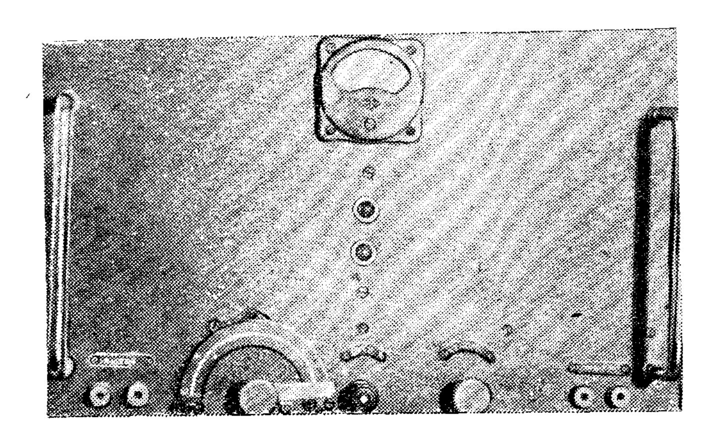


Рис. 3.

таллическом корпусе размерами 380×280×225 *мм*. Размеры шасси прибора 365×210×60 *мм*, а передней панели 380×280 *мм*. Корпус и передняя панель изготовлены из железа толщиной 1,5 *мм* и покрашены. Шасси изготовлено из алюминия толщиной 2 *мм*.

Расположение деталей на шасси показано на рис. 4, под шасси — на рис. 5, задняя панель — на рис. 6.

Силовой трансформатор $Тр_1$ взят от телевизора КВН или любого другого. Однако, если применить трансформатор от телевизоров «Темп» или «Знамя», где напряжение для питания анодных цепей удваивается, схема выпрямителя изменится. При любой схеме выпрямителя

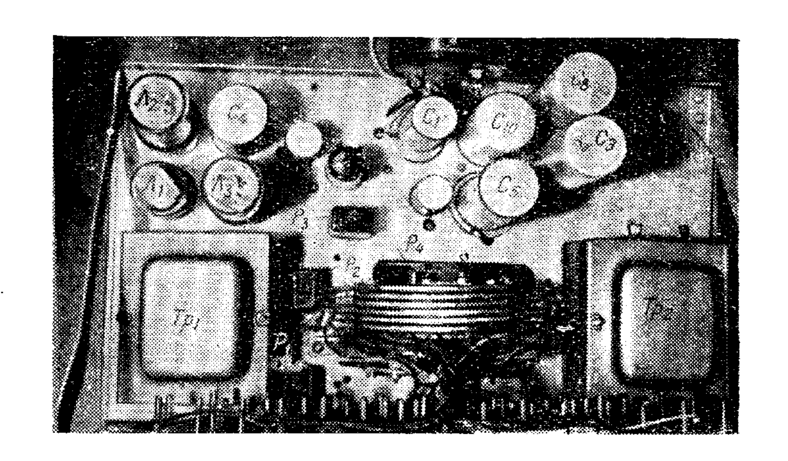


Рис. 4.

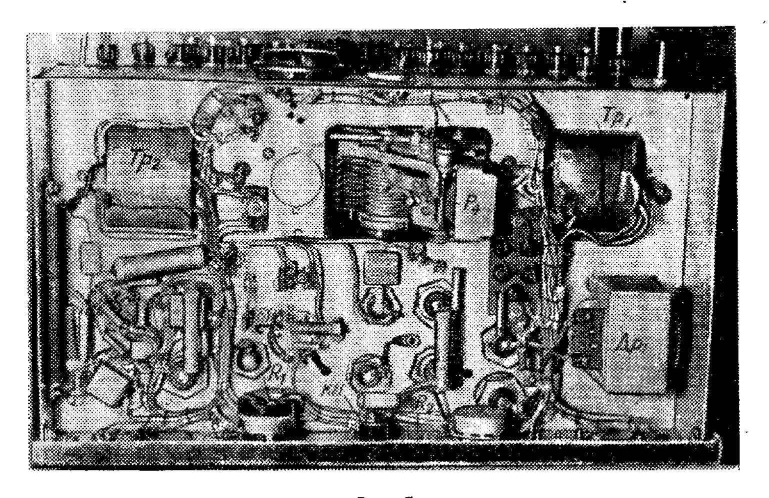


Рис. 5.

он должен давать выпрямленное напряжение 290 *в* при токе 130—150 *ма*.

В силовом трансформаторе намотана дополнительная обмотка, которая содержит 37 витков провода ПЭЛ 0,3.

Перед намоткой дополнительной обмотки нужно удалить с трансформатора обмотки накала кенотрона и ки-

нескопа. Можно применить силовой трансформатор и без переделки. Для этого в трансформаторе от КВН или от другого телевизора надо соединить последовательно обмотки накала кенотрона и кинескопа.

Однако величины сопротивлений R_{14} и R_{15} необходимо подобрать такими, чтобы напряжение на контакте *6* было около 15 *в*.

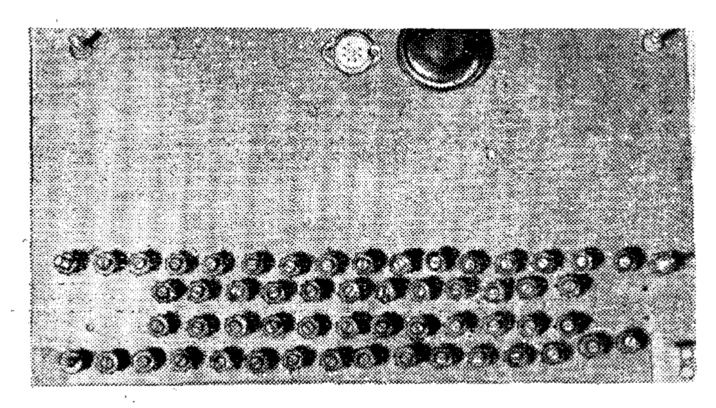


Рис. 6.

Можно без переделки применить силовые трансформаторы от телевизора «Темп», «Рубин» и др. Две обмотки (накала ламп и накала кинескопа) соединяют последовательно, а напряжение, необходимое для питания реле P_2 и P_4, получают путем удвоения напряжения, полученного с последовательно соединенных обмоток. Схема выпрямителя для питания цепей реле несколько изменится. Переменное напряжение 15 *в* для питания реле времени можно снимать с повышающей обмотки силового трансформатора через делитель напряжения. Так как ток заряда конденсатора C_1 небольшой, то сопротивления делителя могут иметь большую величину (200—300 *ком*).

Дроссель фильтра выпрямителя содержит 2500 витков провода ПЭЛ 0,35. Сердечник набран из пластин Ш-32, толщина набора 40 *мм* (от телевизора КВН).

Для измерения потребляемого тока к средней точке повышающей обмотки подключен миллиамперметр на 200 *ма*.

Обмотки выходного трансформатора намотаны на сердечнике из пластин Ш-32, толщина набора 40 *мм*. Обмотки *I* и *II* содержат по 1300 витков провода ПЭЛ 0,2, обмотка *III* — 600 витков провода ПЭЛ 0,3, обмотка *IV* — 350 витков провода ПЭЛ 0,3, обмотка *V* — 50 витков провода ПЭЛ 0,4.

Реле P_1, P_2, P_3 типа РСМ-2. Чтобы уменьшить ток срабатывания реле до 8—12 *ма*, контакты, не участвующие в работе, нужно удалить или отогнуть. Рабочие контакты при необходимости можно также отогнуть, благодаря чему ток срабатывания еще несколько уменьшится. Однако слишком много отгибать контакты не следует, так как устойчивость работы всего прибора в целом ухудшится.

Шаговый искатель типа ШИ-26 на 26 положений. Чтобы уменьшить ток срабатывания шагового искателя до 0,4—0,6 *а*, нужно возвратную пружину несколько ослабить, но таким образом, чтобы она возвращала реле в исходное положение. Для регулировки на искателе имеется специальный болт.

Монтаж прибора не представляет особых затруднений, его может выполнить радиолюбитель средней квалификации.

При монтаже необходимо учесть, что провода, идущие от электросети к шаговому искателю и громкоговорителям, должны иметь надежную изоляцию. Все выводы шагового искателя соединены с зажимами, расположенными на задней стенке прибора, которая изготовлена из листа текстолита размером 360×210 *мм* толщиной 2 *мм*, зажимы для подключения громкоговорителей расположены в один ряд, другой ряд зажимов служит для подключения сети.

Налаживание прибора

Налаживание прибора следует начать с выпрямителя. Напряжения относительно корпуса должны быть следующими: на конденсаторе C_9 — 290—320 *в*, на зажиме *7* — 22—24 *в*, на зажиме *6* переменное напряжение около 15 *в*. При включении всех ламп анодный ток должен быть в пределах 140—160 *ма*. Если ток значительно отличается от указанного, значит при монтаже допущена ошибка. При слишком большом токе может

возникнуть короткое замыкание, если же ток мал (10—30 *ма*), не будут работать лампы выходного каскада усилителя НЧ. Далее необходимо проверить, будет ли срабатывать шаговый искатель. Для этого нажимают кнопку $Кн_1$. Шаговый искатель должен передвинуть все группы контактов на одно положение. Регулируя винт натяжения пружины шагового искателя, добиваются того, чтобы он работал четко.

Усилитель НЧ налаживают обычным способом.

Наладив усилитель НЧ и выпрямитель, приступают к налаживанию блока автоматики. Подбирают величину сопротивления R_3 так, чтобы общий анодный ток, протекающий через обмотку реле P_3, составлял 7—10 *ма*. Контакты реле P_1 при этом должны быть разомкнуты, т. е. на сетку лампы не должно поступать напряжение. Контакты реле P_3 при указанном токе должны замкнуться. Если же они не замкнутся, то необходимо ослабить давление контактов на подвижную пластину реле.

Далее подают на зажимы *3—5* переменное напряжение 10 *в*. Контакты реле P_1 должны замкнуться. Напряжение и конденсатор C_1 должны быть в пределах 17—20 *в* полярности, указанной на схеме. Контакты реле P_3 при этом должны разомкнуться, а лампа 6Н2П запереться, затем отключают напряжение от контактов *3—5*. Через 1—1,5 сек после этого контакты реле P_1 должны разомкнуться. Если контакты разомкнутся раньше, чем через 0,5—0,6 сек, то следует увеличить емкость конденсатора C_2 до 200—300 *мкф* или еще больше ослабить контакты реле P_1.

Изменяя величину сопротивления R_1, добиваются того, чтобы контакты реле P_3 замыкались в течение 6 сек. после размыкания контактов реле P_1 при минимальном сопротивлении R_2 и через 12 сек. при максимальной величине этого сопротивления. Следует помнить, что при увеличении сопротивления R_1 время выдержки реле увеличивается и наоборот. Может оказаться так, что при увеличении сопротивления R_1 до 1 *Мом* выдержка будет все же не более 5—8 сек. Тогда необходимо заменить электролитический конденсатор C_{19}, так как у него, очевидно, большое сопротивление утечки.

После замыкания контактов реле P_3 срабатывает реле P_2, контакты которого должны удерживаться в

замкнутом состоянии в течение 0,5—1 сек. Выдержка этого реле зависит от конденсатора C_5 или от степени ослабления контактов реле. При замыкании контактов реле P_2 шаговый искатель должен передвинуть контакты всех плат на одно положение, переключая сигнальные лампы и громкоговорители от одной группы экспонатов к другой.

Присоединяя магнитофон к блоку автоматики, необходимо следить, чтобы провод, подающий напряжение звуковой частоты от магнитофона к усилителю НЧ, был экранирован. В противном случае может возникнуть фон переменного тока, который не только будет мешать прослушиванию записи, но и может нарушить работу блока автоматики.

Перед записью текста на магнитофоне включают прибор. После прогрева радиоламп нажатием кнопки добиваются такого положения, чтобы сигнальная лампа $Л_{16}$, подключенная к плате переключателя $П_5$ загорелась. Для этого нужно несколько раз нажимать и отпускать кнопку. Шаговый искатель при каждом нажатии должен передвигать контакты переключателей на одно положение. Когда загорится сигнальная лампа, магнитофон нельзя уже включать на воспроизведение, так как автомат будет выключать магнитофон.

Подготавливают текст и, если нужно музыку, нажимают кнопку $Кн_1$ один раз, сигнальная лампа гаснет, тогда немедленно приступают к записи.

Перед началом экскурсии нужно рассказать о порядке ее проведения и осмотре экспонатов при помощи автоматического экскурсовода, а затем пригласить экскурсантов в зал. Здесь сделать паузу 6—12 сек. (время задается переключателем на передней панели прибора по желанию). Когда вы услышите, как автомат переключит шаговый искатель, то через 2—3 сек. можно начинать экскурсию. Рассказав об одной группе экспонатов, приглашайте посетителей пройти к другой группе экспонатов и прекращайте говорить. Музыку можно оставить, но сделать настолько тихой, чтобы контакты реле P_1 не замыкались. Через 6—12 сек. шаговый искатель переключит все платы переключателей еще на одно положение, включится вторая группа экспонатов и сигнальная лампочка в громкоговорителе, который будет рассказывать об экспонатах данной группы. После окон-

чания экскурсии, т. е. прохождения всех 25 громкоговорителей, шаговый искатель переключает контакты переключателей в положение *26*. Магнитофон автоматически останавливается. При небольшой доработке можно заставить шаговый искатель отключать электросеть от всей установки. На передней панели прибора загорается сигнальная лампа. Стоит теперь нажать кнопку $Кн_1$ один раз и включить магнитофон на воспроизведение, как планка на магнитофоне будет двигаться в обратную сторону, воспроизводя запись на второй дорожке при условии, что на ней записано точно то же, что и на первой. Дорожки переключаются автоматически с помощью переключателя $П_3$ каждый раз после окончания экскурсии. Таким образом, отпадает необходимость в перемотке пленки.

В приборе применен мощный усилитель НЧ (25 *вт*). Такая большая мощность необходима для того, чтобы можно было подключать уличные громкоговорители. Если же это не нужно, то достаточно мощности 2—3 *вт*. Может оказаться, что на выставке меньше 25 экспонатов. В таком случае во время рассказа об одном экспонате надо сделать паузу на 6—12 сек. и шаговый искатель переключится на одно положение. Если это повторять у каждого экспоната, то всего будет просмотрено 13 экспонатов.

Экскурсовод может работать с любым магнитофоном, имеющим дистанционное управление, однако наиболее удобен для этой цели магнитофон «Мелодия».

Прибор сконструирован и изготовлен на областной станции юных техников в г. Новосибирске. В изготовлении прибора принимали участие В. Степанов, В. Булатников, А. Горелов и В. Андриянов.

НАМОТОЧНЫЕ СТАНКИ

И. Степанов

Намоточный станок «Спираль»

Намоточный станок «Спираль» является наиболее доступным для изготовления в любительских условиях. Он предназначен для намотки провода внавал и виток к витку диаметром от 0,15 до 0,5—0,6 *мм*. Для изготов-

ления потребуется только одна деталь, которую необходимо выточить на токарном станке.

Работа станка. Кинематическая схема станка приведена на рис. 1. Вращение ручки *1* через большую шестерню *2* и малую *3* передается на рабочую ось *4*, на которой гайками закреплен каркас наматываемой катушки.

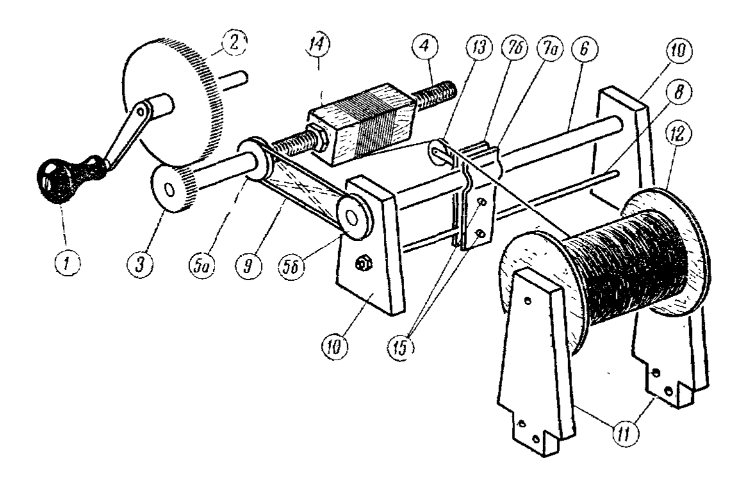


Рис. 1.

Шкивы *5*, *а* и *5*, *б* связаны резиновым пассиком *9*, служат для передачи вращения на ось *6*. Перед началом работы на ось *6* по всей ее длине необходимо плотно, виток к витку, намотать спираль из провода такого же диаметра, как и провод, который будет применяться для намотки. Концы провода надежно закрепляют любым способом. По этой спирали и скользит ползунок-укладыватель *7*. Нижняя ось *8* предотвращает вращение ползунка-укладывателя. Изменение направления движения ползунка производится переброской резинового пассика *9*, как показано на рис. 1.

Провод с катушки *12* разматывается снизу; это создает небольшое натяжение, необходимое для плотной укладки витков.

Детали (рис. 2). Большая *2* и малая *3* шестерни, ось *4* и шкив *5, а* представляют собой единый блок. Лучше всего его выполнить на базе индуктора от телефонного

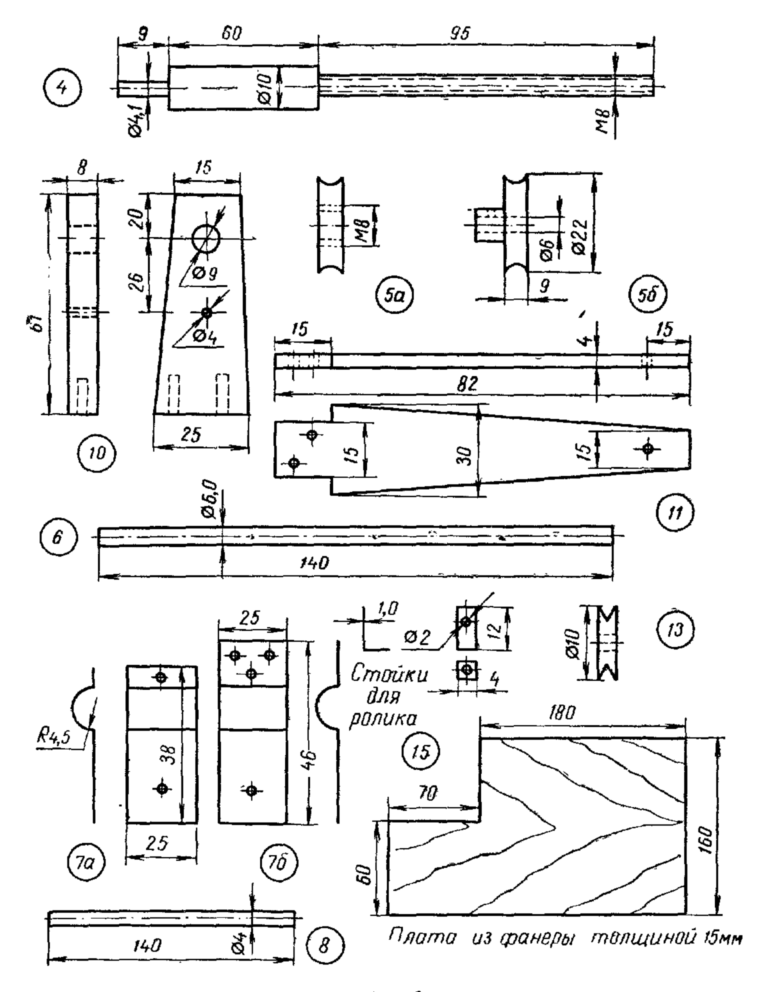


Рис. 2.

аппарата типа МБ (рис. 3). Для этой цели нужно удалить с индуктора токоснимающие пластины, отвинтить одну боковую стенку и извлечь ротор. Затем с ротора

аккуратно, чтобы не помять зубьев, снимают малую шестерню и с заметным усилием насаживают ее на ось *4*.

Для предотвращения прокручивания шестерни ось с торца слегка расклепывают.

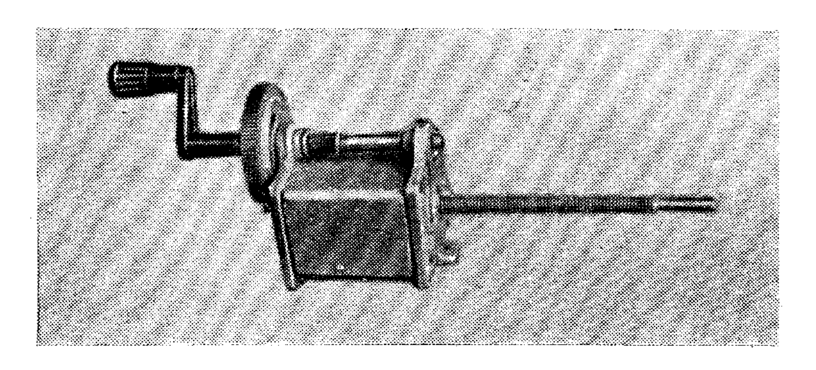


Рис. 3.

Резьба в правой части оси *4* необходима для закрепления каркаса катушки. В крайнем случае можно обойтись и без резьбы, но тогда при креплении каркаса катушки необходимо исключить всякое проскальзывание его при намотке.

Материалом для оси может служить мягкая сталь, бронза. Для уменьшения трения трущиеся поверхности необходимо обработать сначала крупной, а потом мелкой наждачной бумагой.

Шкивы *5, а* и *5, б* могут иметь диаметр от 20 до 40 *мм*, но непременным условием является строгая идентичность их диаметров. Например, если один шкив изготовлен диаметром 23 *мм*, то другой должен иметь точно такой же диаметр, в противном случае витки при намотке катушки будут укладываться или неплотно, или наползать один на другой. В качестве материала для шкивов можно взять сталь, бронзу, органическое стекло, эбонит и даже твердые породы хорошо просушенного дерева.

Резиновый пассик *9* используется от магнитофона, он должен быть круглого сечения. Можно пользоваться самодельным пассиком из бортика соски-пустышки. Для

этого у резиновой соски-пустышки отрезают бортик и пассик готов. От длины пассика и размера шкивов *5, а* и *5, б* зависит расстояние между осью *4* и ползунком-укладывателем *7*, оно должно быть около 45 *мм*.

Оси *6* и *8* стальные. При изготовлении необходимо следить, чтобы они получились строго прямыми. Для оси *6* в стойках *10* можно предусмотреть подшипники; если шариковых подшипников нет, можно обойтись бронзовыми втулками от потенциометров СП или ВК.

Пластинки ползунка-укладывателя *7* вырезают из листового алюминия толщиной около 1,5 *мм*. Пластинку *7, б* делают немного длиннее, чем *7, а*; в ней сверлят отверстия для крепления кронштейнов с колесиком. Внутреннюю часть пластинок ползунка-укладывателя оклеивают замшей или тонкой кожей, что необходимо для плавного перемещения ползунка-укладывателя по спирали.

Плата станка может быть изготовлена из многослойной фанеры толщиной 15 *мм*.

Налаживание станка сводится к подгонке трущихся поверхностей. Сначала, сняв пассик, проверяют работу блока, выполненного на базе индуктора. Убедившись в его исправности, приступают к подгонке оси *6*; в стойках *10* эта ось должна вращаться совершенно свободно, но без заметного люфта. Затем на ось *6* навивают спираль, собирают ползунок-укладыватель и регулируют нажим пластинок на спираль винтом *15* таким образом, чтобы при плавном перемещении ползунка-укладывателя ось *6* вращалась легко. Уменьшить силу трения ползунка можно, смазав слегка спираль маслом для швейных машин. Завершающим моментом налаживания является проверка перемещения ползунка-укладывателя *7* вправо и влево при переброске пассика.

При работе, как отмечалось выше, провод с катушки разматывается снизу. Натяжение провода и направление его перемещения ограничиваются левой рукой лица, производящего намотку.

Намоточный станок «Стрекозка»

Намоточный станок «Стрекозка» (рис. 4) позволяет производить намотку катушек проводом от 0,1—0,15 до 0,6 *мм*, виток к витку или внавал. Наименьший внут-

ренний диаметр катушки определяется диаметром рабочей оси; наибольший диаметр обмотки до 100 *мм*, длина каркаса до 70 *мм*. Эти данные при необходимости можно изменить в любую сторону. Смена направления намотки осуществляется вручную переключателем, причем величина шага намотки при смене направления не изменяется.

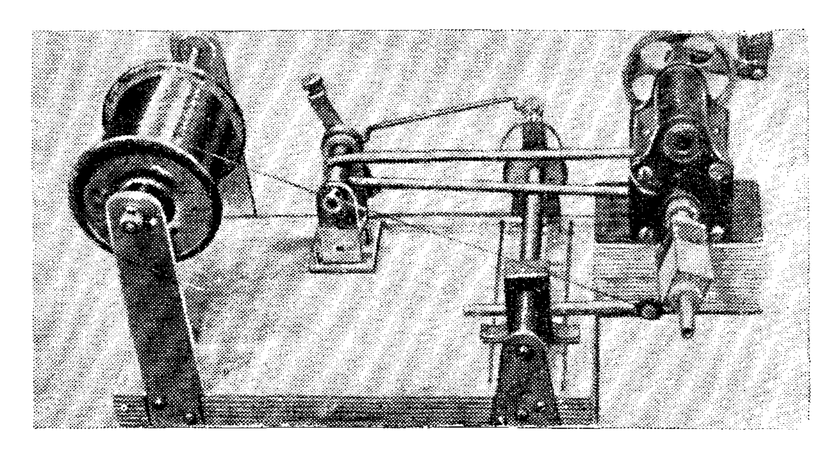


Рис. 4.

Работа станка. Кинематическая схема станка приведена на рис. 5. Вращение ручки *25* через большую шестерню *1* и малую *2* передается на рабочую ось *3*, на которой закрепляется каркас наматываемой катушки. Вращение оси *3* через шкив *4* и резиновый пассик *5* передается на ось *6* с кривошипным механизмом, который состоит из оси *6* с диском *10*, стойки *8*, согнутой в виде буквы П, винта *9*, гайки ползунка *12*, тяги *11* и коромысла *13* с пружиной *18*. Вращение оси *6* через кривошипный механизм передается на ось *15*, по которой перемещается укладчик *22*. При каждом обороте оси *6* пружина *18* одним из своих концов поворачивает шестерню и вместе с ней ось на некоторый угол, что в свою очередь вызывает перемещение укладчика по оси *15*. Величина угла поворота оси *15*, следовательно, и перемещения укладчика зависят от диаметра выбранного для намотки провода. Винт *9* свободно поворачивается

в отверстиях стойки *8*, при этом гайка-ползунок *12* перемещается по винту в ту или другую сторону. В результате перемещения по винту изменяется длина плеча: центр оси *6* — винт на гайке-ползунке. Установленную ранее длину плеча приходится изменять каждый раз, когда для намотки катушки выбирают провод другого диаметра.

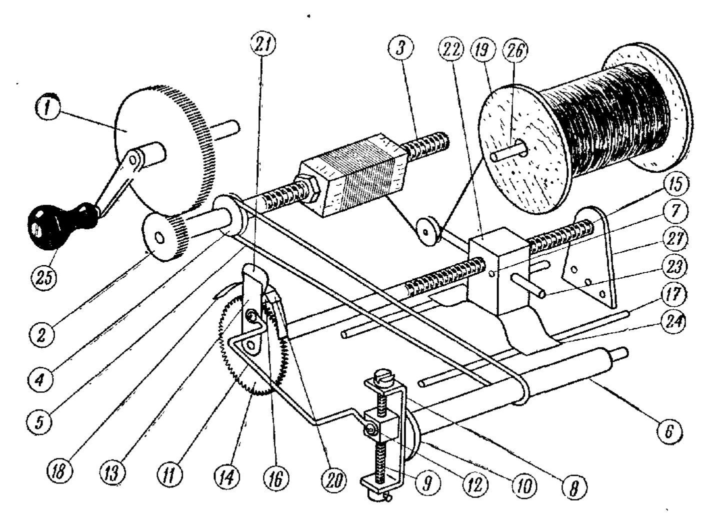


Рис. 5.

Переключение хода укладчика *22* вправо или влево осуществляется с помощью переключателя *21*. В зависимости от положения переключателя с зубьями шестерни *14* сцеплен один или другой конец пружины *18*. Если переключатель находится в правом крайнем положении, шестерня *14* и вместе с ней ось *15* вращаются по часовой стрелке, а при положении переключателя в левом крайнем положении вращение происходит в обратную сторону. Ось *15* вращается в стойках *27*.

Детали (рис. 6, *а*). Станок выполнен на базе индуктора от телефонного аппарата МБ. Размеры оси *3* определяются типом применяемого индуктора. В описываемой конструкции длина оси составляет 179 *мм*, диаметр 10 *мм*. Ось вращается в отверстиях щек индуктора, в которых раньше помещался якорь.

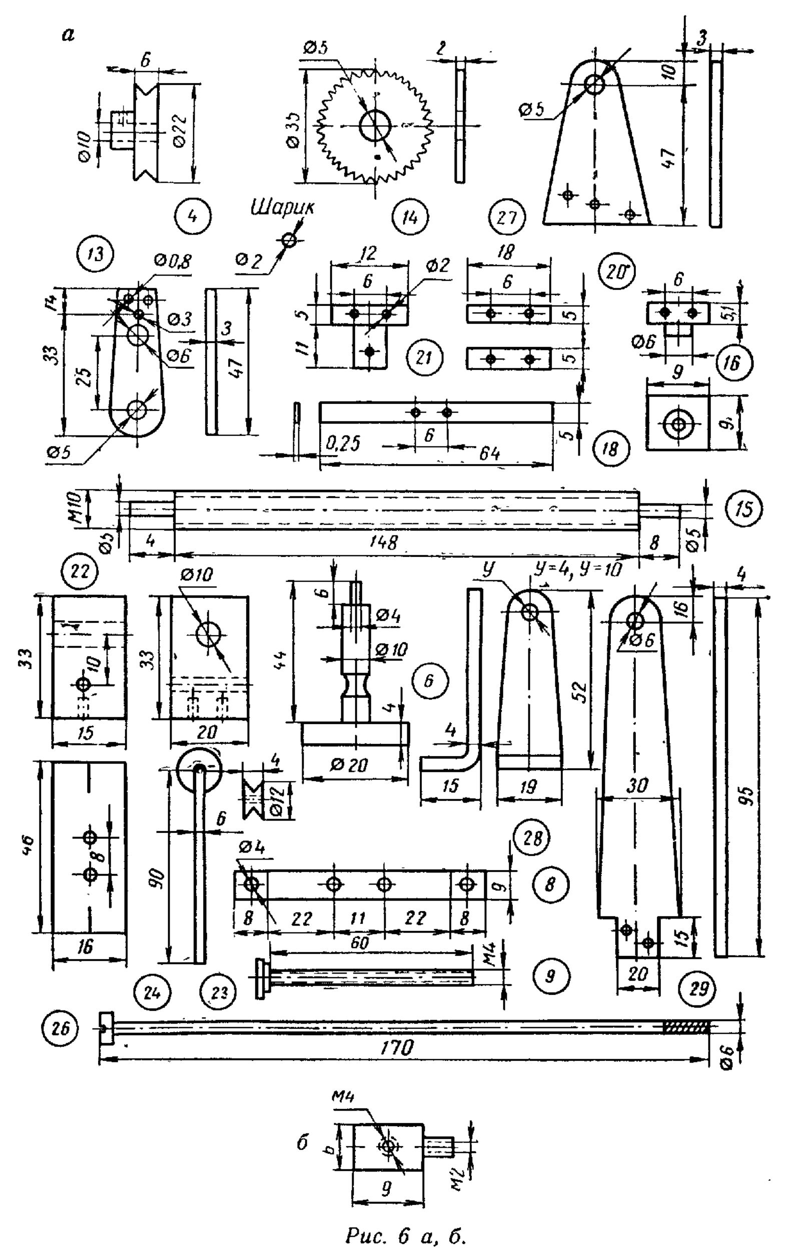


Рис. 6 а, б.

Для пропуска пассика от шкива *4* на ось *6* следует удалить боковую стенку индуктора или сделать в ней овальное отверстие.

Шкивы *4* и *6* можно выточить из стали, бронзы, текстолита или органического стекла. Пружина *18* толкателя изготовляется из часовой пружины. Концы ее отпущены (нагреты до красного каления и медленно охлаждены). Это необходимо для уменьшения стирания зубьев шестеренки *14*.

Деталь *21* необходимо выпилить из фосфористой бронзы толщиной 0,25—0,35 *мм*. Эта деталь входит в механизм переключения и при работе все время находится под механическим напряжением — удерживает шарик в одном из углублений коромысла *13*. Прокладки *20* тоже желательно выполнить из фосфористой бронзы или, в крайнем случае, из той же часовой пружины, что и пружина *18*.

Пассик резиновый, круглый от магнитофона «Чайка», длиной около 300 *мм*. Возможно применение пассика другой длины, это повлечет изменение длины плеча кривошипа и шатуна *11*.

Стойки *28* для оси *6* выполняются из бронзы. Корпус укладчика *22* можно изготовить из стали, алюминия или его сплавов, пластмассы.

Пластинки *24* делают из фосфористой бронзы или пружинящей стали. Они предотвращают вращение корпуса при работе и создают необходимое зацепление, обеспечивающее проскальзывание толкателя при обратном ходе.

Гайка-ползунок (рис. 6, *б*) изготовляется из стали или бронзы. Для предотвращения случайного перемещения она должна с заметным усилием передвигаться винтом *9*.

Стойки *29* для поддержания катушки *19* с проводом можно выполнить из алюминия.

Налаживание станка начинают с подгонки и шлифовки всех трущихся поверхностей, после чего их смазывают автолом. Коромысло *13* свободно вращается на оси *15*, оно устанавливается на конце оси *15* между стойкой *27* и шестерней *14*. Шатун *11* должен быть такой длины, чтобы стойка *8* кривошипного механизма и коромысло *13* в момент установки были в строго вертикальном положении. Натяжение резинового пассика *5*

должно исключать проскальзывание на оси *6*. При длительном хранении станка этот пассик лучше всего снять. Пружина-толкатель *18* должна иметь такой изгиб, чтобы при сцеплении одного из ее концов с шестерней *14* она надежно поворачивала ее, а при обратном ходе свободно скользила по зубьям, не передвигая шестерни. Необходимое тормозящее усилие для обеспечения плавного хода укладывателя *22* создается давлением пластин *24*, которые скользят по двум параллельным направляющим *17*, укрепленным непосредственно на плате.

В процессе налаживания станка на стойки *8* кривошипного механизма наносят риски, соответствующие диаметру выбранного для намотки провода. Положение рисок подбирают опытным путем.

Вместо индуктора в станке можно применить другой блок намотки. Для этого необходимо достать три шестерни: большую и две малых, причем соотношение диаметров малых шестерен должно быть в пределах от $\frac{1}{1{,}5}$ до $\frac{1}{25}$. Шестерни укрепляются между двумя щечками. Большая шестерня связана с ручкой вращения, вторая по величине — с осью, на которой укрепляется наматываемая катушка, а меньшая вращает диск с кривошипным механизмом.

Шестерни могут быть полностью закрыты щечками, крышкой и стенками коробки передачи. С наружной стороны выступают лишь рабочая ось, ручка вращения и конец оси малой шестерни с кривошипным механизмом. Такой вариант станка исключает применение резинового пассика, что заметно повышает качество работы станка.

Размеры всех остальных деталей, кроме длины шатуна *11* и блока намотки, выполненного на базе индуктора, остаются прежними. Давать строгие размеры применяемых шестерен, щечек коробки передач и т. д. не имеет смысла, так как всем изготавливающим станок подобрать их будет очень трудно, поэтому ограничимся приведенными данными соотношения шестерен.

Так же, как и при работе на станке «Стрекозка», работающий правой рукой вращает ручку, а левой направляет разматываемый провод с катушки.

Намоточный станок «Диск»

Более совершенным по сравнению с описанными выше намоточными станками является станок «Диск». Его изготовление потребует, естественно, больше времени и сноровки, но вполне доступно для радиолюбителя средней квалификации. Станок «Диск» (рис. 7) пред-

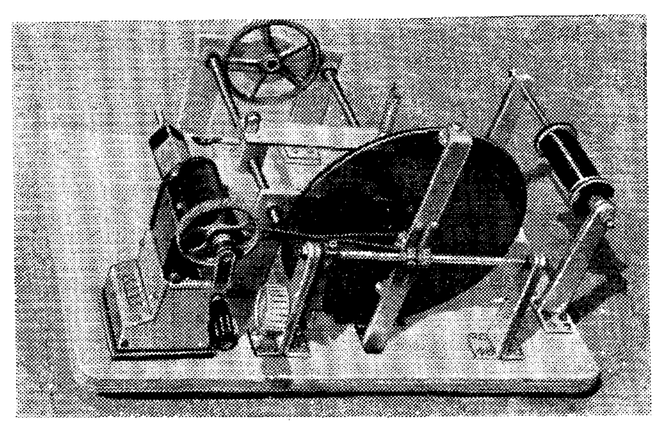


Рис. 7.

назначен для намотки катушек проводом с диаметром от 0,09 до 0,5 *мм* виток к витку или с заданным шагом. Кинематическая схема станка приведена на рис. 8.

Работа станка. Вращение от рукоятки ручного привода через большую *25* и малую *26* шестерни передается на ось *1*, на которой гайками закреплена оправка с каркасом наматываемой катушки. Рабочая ось *1* связана резиновым пассиком *2* через шкивы *21* и *3* с осью *4*. На оси *4* установлены ролики *5, а* и *5, б* фрикциона, служащие для передачи вращения с оси *4* на диск *6* и установки шага намотки. В зависимости от того, какой из роликов прижат к диску *6*, последний вращается в одну или другую сторону. Изменение шага намотки осуществляется перемещением роликов вверх или вниз по оси *4*. Чем ближе к центру диска *6* расположены ролики, тем быстрее вращается диск и тем на больший

шаг перемещается каретка укладчика *14* за каждый оборот оси *1*. Каретка передвигается по направляющим *7* и *8*, которые связаны шестернями *9* и *10*, что обеспечивает синхронное вращение направляющих. Направляющая *7* жестко укреплена в центре диска *6*.

Каретка укладчика состоит из двух гаек-ползунков *11* и *12*, соединяющих их планок *14*, блока *27*, пружины *28* для натяжения провода и хоботка *13* с колесиком. В зависимости от размеров наматываемой катушки хоботок можно выдвинуть больше или меньше и закрепить в нужном положении винтом.

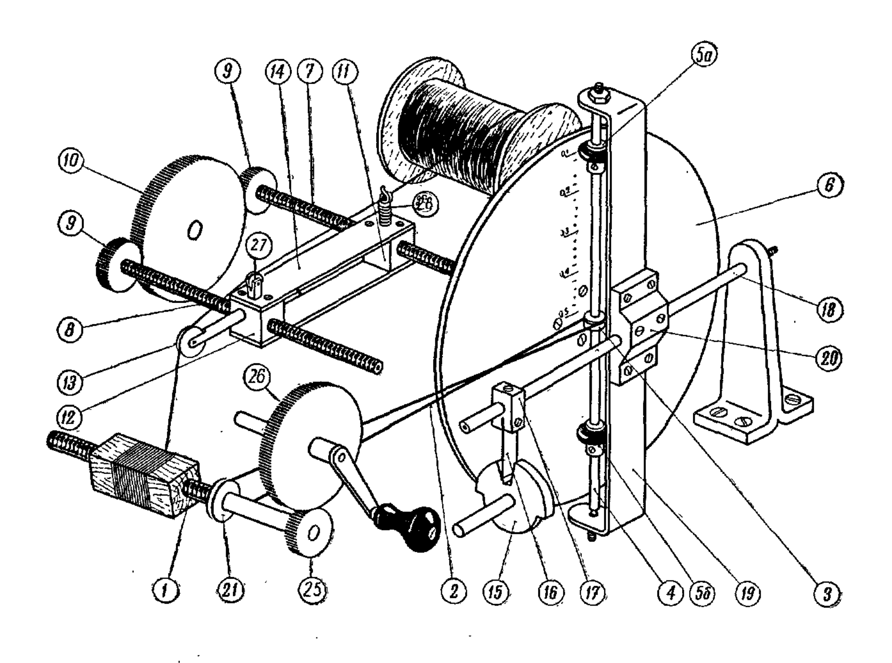


Рис. 8

Переключение направления вращения диска *6* осуществляется фигурным диском *15*, смонтированным на стойке *24* и пружиной *16* с пружинодержателем *17*, жестко укрепленным на оси *18*. При повороте ручки на 180° поворачивается фигурный диск и краем выреза толкает пружину *16*. При этом пружина поворачивает

ось *18* и вместе с ней скобу *19*, в которой закреплена ось *4*, в результате чего один из роликов плотно прижимается к диску *6*, чем достигается сцепление ролика с диском. В этом положении пружина *16* надежно фиксируется выступом большого ролика фигурного диска.

Шаг намотки, который необходимо выбрать, можно определить по формуле:

$$t_{н} = \frac{d_{21} \cdot d_5}{d_3 \cdot D} t,$$

где d_{21} — диаметр шкива *21*;
d_5 — диаметр ролика фрикциона;
d_3 — диаметр шкива *3*;
D — рабочий диаметр диска *6* (расстояние между роликами при их симметричном расположении относительно центра диска).

Детали (рис. 9, 10, 11). В качестве ручного привода использован индуктор телефонного аппарата МБ.

Диск *6* вырезают из органического стекла или других пластмасс толщиной 4 *мм*. В крайнем случае можно изготовить его из высококачественной фанеры толщиной 4,5—6 *мм*. Делать диск из алюминия или его сплавов не следует, так как эти материалы не обеспечивают надежного сцепления с роликами фрикциона. На оси *7* диск закрепляют с помощью детали *22*, изготовленной из бронзы или стали.

Особенно точно надо выточить фрикционные ролики *5, а* и *5, б*. Для надежного сцепления с диском на них надевают резиновые кольца из резиновой трубки подходящего диаметра, баллончика-пипетки или соски-пустышки.

Шкивы *21* и *3* могут быть выточены из стали, бронзы или из пластмассы, крепят их к осям винтами, отверстие для которых просверливают посредине шкива.

Направляющие *7* и *8* изготовляются из стали или бронзы. Каретка укладчика (детали *11*, *12* и *14*) делают из алюминия или пластмассы как одну деталь. Особое внимание при этом необходимо обратить на то, чтобы отверстия для направляющих *7* и *8* были просверлены строго параллельно.

Если радиолюбитель не в состоянии выполнить эту работу, то лучше изготовить отдельно детали *11*, *12* и *14* и собрать их, как показано на рис. 6.

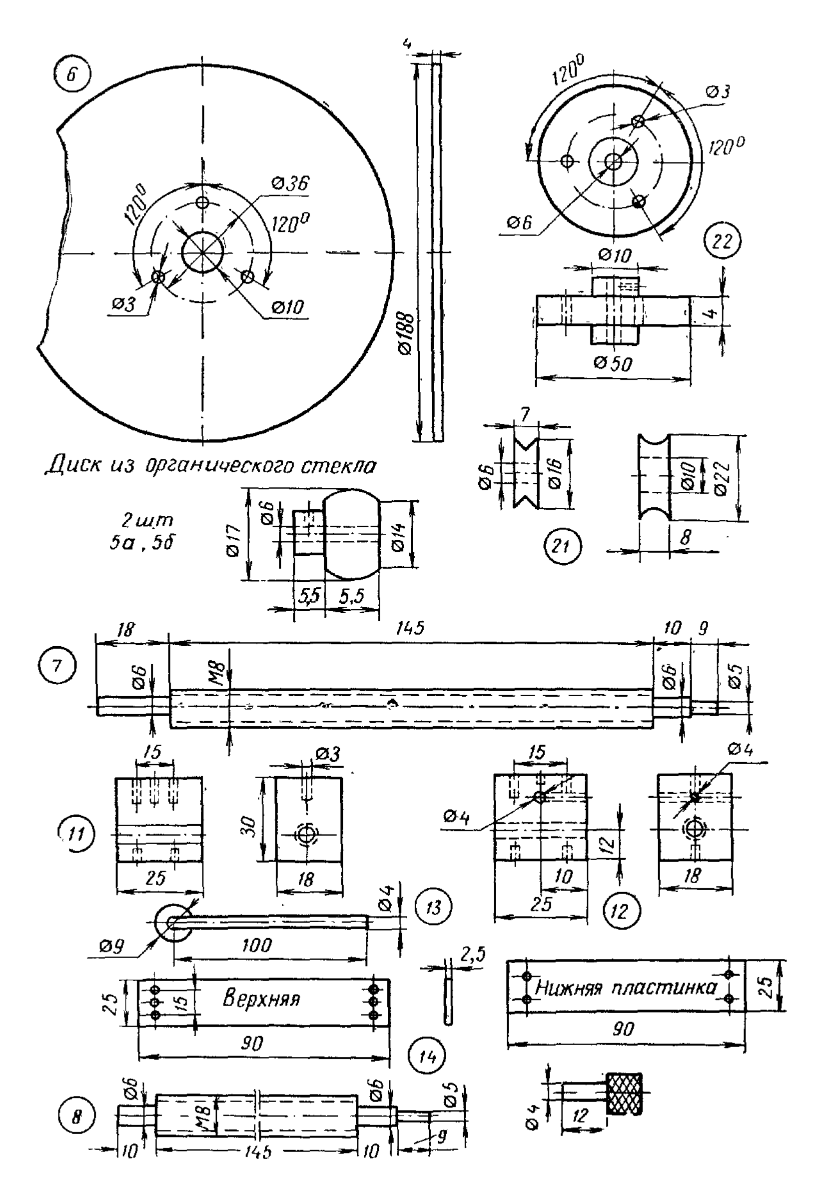

6
Ø36
120°
120°
Ø3
Ø10
4
Ø188
Диск из органического стекла
120°
Ø3
120°
Ø6
22
Ø10
4
Ø50
7
Ø6
Ø16
Ø10
Ø22
8
21
2 шт
5а, 5б
Ø17
Ø6
Ø14
5,5
5,5
18
145
10
9
7
Ø6
M8
Ø6
Ø5
15
Ø3
15
Ø4
Ø4
11
30
Ø4
12
25
18
10
25
18
12
Ø4
13
Ø9
100
2,5
25
15
Верхняя
90
Нижняя пластинка
25
90
14
Ø6
Ø6
Ø5
8
M8
10
145
10
9
Ø4
12

Рис. 9.

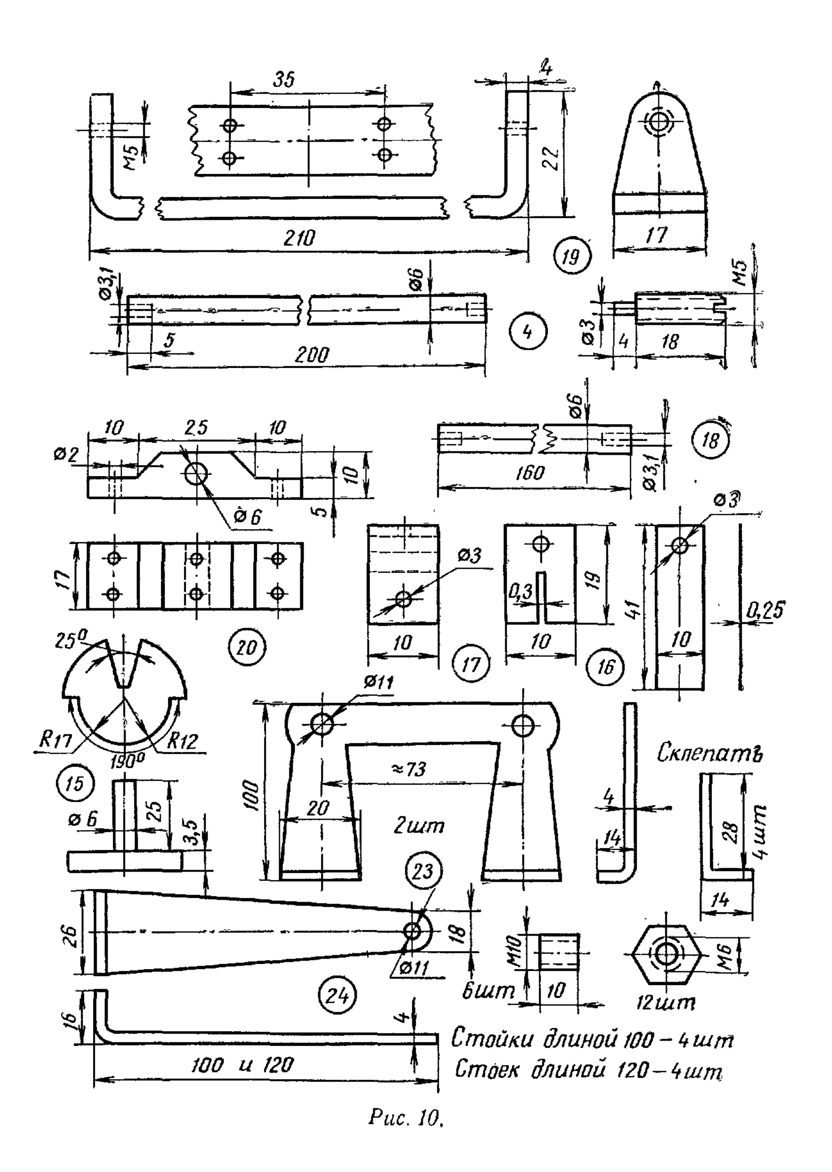

35
4
M5
22
210
19
17
Ø3,1
Ø6
5
200
4
M5
Ø3
4
18
10
25
10
Ø2
10
5
Ø6
Ø6
160
Ø3,1
18
Ø3
17
Ø3
0,3
19
41
10
10
10
0,25
20
17
16
25°
R17
R12
190°
15
Ø11
100
≈73
20
2шт
Склепать
4
14
28
4шт
14
ø 6
25
3,5
23
26
18
Ø11
M10
M6
6шт
10
12шт
24
16
4
100 и 120
Стойки длиной 100 – 4шт
Стоек длиной 120 – 4шт

Рис. 10.

Оси *4* и *18* изготовляют из стальной проволоки подходящего диаметра. С торцов в осях сверлят отверстия для винтов-цапф. Особенно точно надо просверлить отверстия в оси *4* — это уменьшит биение фрикционных роликов *5, а* или *5, б* при работе.

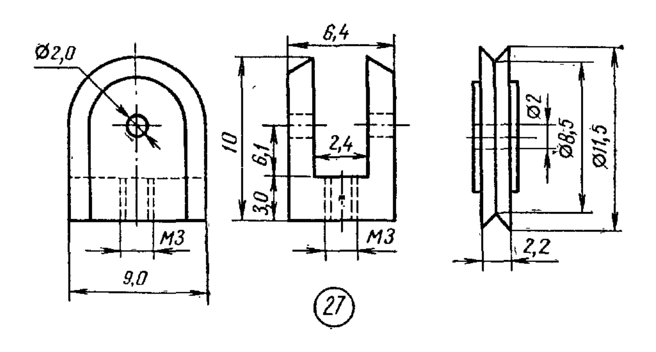


Рис. 11.

Шестерни *9* и *10* необходимы для синхронного вращения осей *7* и *8*. Обязательным условием является равенство зубьев в обеих шестернях *9*. Суммой диаметров всех трех шестерен определяется ширина двух П-образных стоек *23* для направляющих *7* и *8*. В данной конструкции ширина их составляет 73 *мм*.

Стойки *23* снабжены бронзовыми подшипниками-втулками от сопротивлений типа СП и ВК.

Стойки *24* для оси *18* и катушки с проводом делают из листового алюминия толщиной 4 *мм*. Для одной стойки необходимы две заготовки, которые попарно склеивают клеем БФ-2 и затем склепывают заклепками, изготовленными из отходов этого же куска алюминия.

Деталь *15* может быть выточена на токарном станке из стали или бронзы или вырезана вручную. В последнем случае в диске сверлят отверстие диаметром 6 *мм*, в котором закрепляют ось. Фигурные вырезы выполняют в том и другом случае вручную.

Деталь *28* изготовляют из стальной проволоки диаметром 0,9 *мм*. Она имеет 16—20 витков, причем последние два витка отогнуты и обшиты тонкой кожей

для предохранения эмали провода от повреждений. Внутренний диаметр пружины 8 *мм.* Закрепляют пружину 5 *мм* винтом, впаянным в нижние витки. Пружину переключателя *16* делают из заводной часовой пружины.

Колесо блока (деталь *27*) делают из капрона, текстолита, эбонита или другой пластмассы. Для корпуса блока можно применить латунь или дюраль.

Весь станок собирается на многослойной фанерной плате размером 20×390×270 *мм.* С обратной стороны платы можно привинтить резиновые амортизаторы. Точно выполненные детали сводят до минимума работу по налаживанию станка. Прежде всего необходимо устранить люфт осей, направляющих и колесика на конце хоботка. Оси *1*, *18* и направляющие *7*, *8* должны находиться на одном уровне. Ось *4* нужно установить строго по диаметру, а шкив *3* точно против центра диска. Ролики *5, а* и *5, б* в нейтральном положении должны отстоять от поверхности диска на 3—5 *мм.*

Для уменьшения общей высоты станка стойки *24*, удерживающие ось *18*, взяты по высоте немного меньше радиуса диска, поэтому в плате вырезается отверстие Т-образной формы для нижней части диска и детали *19*.

Деления на диске наносятся опытным или расчетным путем; их лучше всего выдавить слегка нагретым пуансоном.

При намотке провод с разматываемой катушки пропускается через обшитые кожей витки пружины *28*, а затем на колесо блока *27* и колесо на конце хоботка *13*.

Ручку привода вращают одной рукой, а другой придерживают и направляют разматываемый с катушки провод.

Работу на каждом из описанных станков можно значительно облегчить, применив счетчик числа оборотов рабочей оси (счетчик витков наматываемого провода). Для этой цели после переделки могут подойти счетчики от спидометра автомобиля, велосипедные, электрические и другие. Способы переделки неоднократно описывались в журнале «Радио». Хороший счетчик можно сделать из указателя длины наматываемой ленты от магнитофона «Астра-2». В нем даже имеется устройство для установки дисков на ноль. Счетчики проще всего связывать ре-

зиновым пассиком с рабочей осью и устанавливать в местах, удобных для наблюдения при работе.

Прежде чем приступить к намотке трансформатора или дросселя, нужно изготовить каркас катушки.

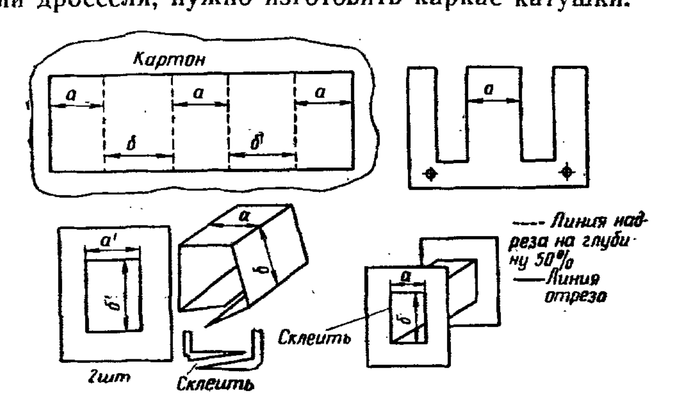


Рис. 12.

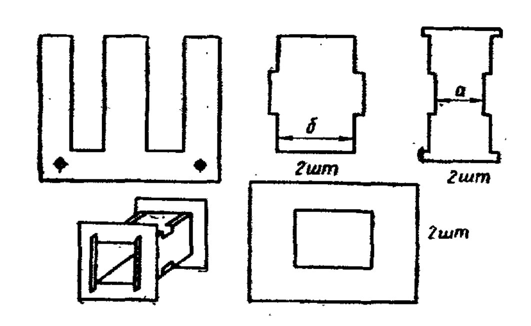


Рис. 13.

На рис. 12, 13 и 14 даны три способа изготовления каркасов. Простейший каркас для миниатюрных и небольших трансформаторов показан на рис. 12.

В местах стыка две поверхности «б» срезают острым ножом или бритвой наискось и внакладку склеивают клеем БФ-2. Щечки приклеивают к торцам средней части каркаса.

На рис. 13 помещена конструкция сборного каркаса для трансформаторов средней и большой мощности. После сборки детали этого каркаса не склеиваются,

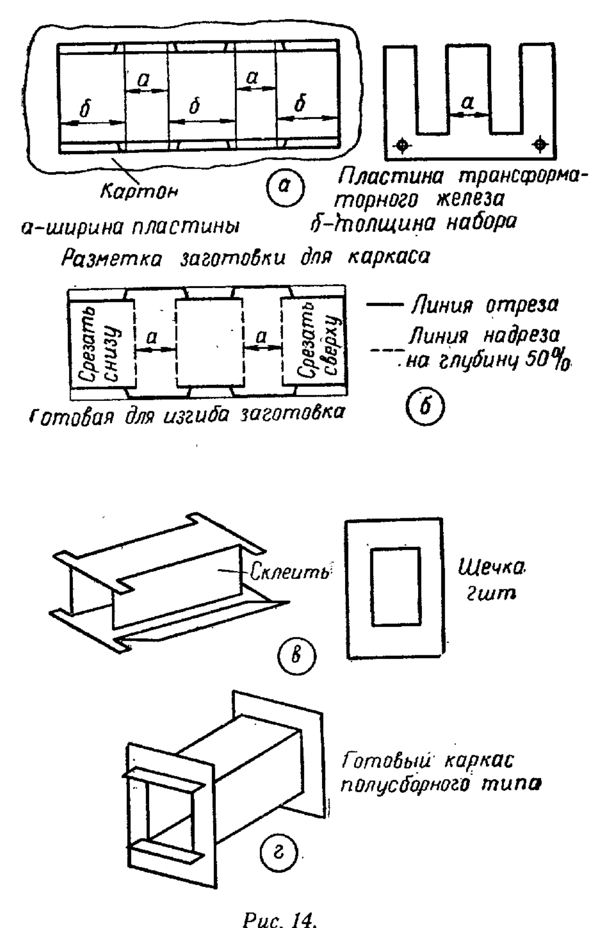


Рис. 14.

они удерживаются фигурными вырезами. В качестве материала для каркаса рекомендуется плотный пресс-шпан или пластмассы. Сборный каркас прочен, но довольно труден в изготовлении.

Наиболее подходящим для всех случаев является каркас полусборного типа (рис. 14). Он обладает поло-

жительным качеством сборного, щечки удерживаются специальными выступами и в то же время значительно проще него в изготовлении. Среднюю часть изготавливают из плотного картона, а щечки лучше вырезать из пластмассы. Соединяющиеся внакладку поверхности «б»

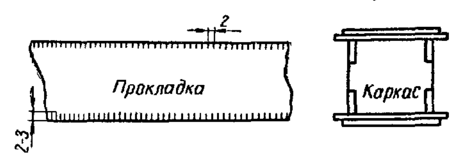


Рис. 15.

надо срезать острым ножом или бритвой наискось и склеить клеем БФ-2, предварительно надев щечки. Для изготовления каркаса полусборного типа достаточно изготовить всего три детали.

Между слоями обмотки необходимо помещать прокладки. Их можно выполнить из специальной конденсаторной бумаги, чертежной кальки или, наконец, обычной писчей бумаги. Ширина прокладки должна быть немного больше длины каркаса. Края прокладки надрезают так, как показано на рис. 15. Между обмотками укладывают три слоя обычной прокладки, но лучше применить специальную лакоткань. После намотки трансформатора или дросселя нужно сверху наклеить табличку с указанием числа витков обмоток и диаметра провода.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

В. Носов. Бестрансформаторные усилители низкой частоты на транзисторах 3
Н. Ронжин. Возбудитель SSB 21
В. Вознюк. Автоматический электронный экскурсовод 47
И. Степанов. Намоточные станки 57

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

(Выпуск 29)

Редактор *Л. А. Енина*
Художественный редактор *Г. Л. Ушаков*
Технический редактор *А. М. Миронова*
Корректор *В. Н. Лапидус*

Г-47247. Подписано к печати 30. VI 1957 г. Изд. № 2/4554. Бумага $84 \times 108^1/_{32}$.
2,5 физ. печ. л. Уч.-изд. л. 3,753. Цена 15 коп. Тираж 100 000 экз. Заказ № 737.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., 26.

Отпечатано с матриц 4-ой военной типографии в типографии № 2 издательства и комбината печати «Радянська Україна» г. Киев, Анри Барбюса, 51/2. Зак. 549.

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

В Издательстве ДОСААФ в 1968 году выходят следующие книги:

КОМАРОВ Б. Ф. «Учебное пособие радиотелемастера». Тираж 100.000, 15 л., цена 60 коп.

ЛЕОНОВ А. Г. Маршал войск связи. «Военные связисты», тираж 100.000, 3 л., цена 9 коп.

Вы можете предварительно заказать книги в магазинах Книготорга, потребкооперации и «Военная книга».

Цена 15 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ